

Statische Berechnung

Projektnummer: 22-4060 RWM

Bauvorhaben: Neubau Rettungswache in Mittweida

Planungsphase: Genehmigungsplanung
Rev. 0B: Anpassung Unterzüge - Bewehrung

Baugrundstück: Hainichener Straße 10, 09648 Mittweida
Gemarkung Mittweida, Flurstück 746/2

Auftraggeber: Landkreis Mittweida Krankenhaus gGmbH
Hainichener Straße 4 – 6
09648 Mittweida

Auftragnehmer: Jäger Ingenieure GmbH
Wichernstraße 12
01445 Radebeul

Bearbeiterin: Dipl.-Ing. Wiebke Seifert

Datum: 24.07.2023



Dipl.-Ing. (FH) Marko Philipp
Geschäftsführender Gesellschafter
Jäger Ingenieure GmbH



M.Eng. David Rabin
Qualifizierter Tragwerksplaner
IK Sachsen Nr. 62101



Dipl.-Ing. Wiebke Seifert
Projektleiterin Tragwerksplanung

s2 plan
Bauplanungsgesellschaft m.b.H.
Straßberger Str. 2
08527 Plauen



Statische Berechnung

Projektnummer: 22-4060 RWM

Bauvorhaben: Neubau Rettungswache in Mittweida

Planungsphase: **Genehmigungsplanung**
Rev. 0B: Anpassung Unterzüge - Bewehrung

Baugrundstück: Hainichener Straße 10, 09648 Mittweida
Gemarkung Mittweida, Flurstück 746/2

Auftraggeber: **Landkreis Mittweida Krankenhaus gGmbH**
Hainichener Straße 4 – 6
09648 Mittweida

Auftragnehmer: **Jäger Ingenieure GmbH**
Wichernstraße 12
01445 Radebeul

Bearbeiterin: Dipl.-Ing. Wiebke Seifert

Datum: 24.07.2023



Dipl.-Ing. (FH) Marko Philipp
Geschäftsführender Gesellschafter
Jäger Ingenieure GmbH



M.Eng. David Rabin
Qualifizierter Tragwerksplaner
IK Sachsen Nr. 62101



Dipl.-Ing. Wiebke Seifert
Projektleiterin Tragwerksplanung

Inhaltsverzeichnis

1 Vorbemerkungen

1.1	Allgemeines.....	
1.1.1	Beschreibung Bauvorhaben.....	1.1.1 1-004
1.1.2	Standort.....	1.1.2 1-001
1.1.3	Tragwerk, Gebäudeaussteifung, Stabilität.....	1.1.3 1-002
1.2	Grundlagen.....	
1.2.1	Planungsgrundlagen.....	1.2.1 1-001
1.2.2	Baustoffe und Expositionsclassen.....	1.2.2 1-001
1.2.3	Baugrund und Grundwassersituation.....	1.2.3 1-002
1.2.4	DIN-Normen und Literatur.....	1.2.4 1-003
1.2.5	Software.....	1.2.5 1-001
1.3	Feuerwiderstand.....	
1.3.1	Bautechnischer Brandschutz.....	1.3.1 1-001
1.3.2	Stahlbetonbauteile.....	1.3.2 1-003
1.3.3	Mauerwerkswände.....	1.3.3 1-001
1.4	Lastannahmen.....	
1.4.1	Ständige Lasten.....	1.4.1 1-004
1.4.2	Veränderliche Lasten.....	1.4.2 1-002
1.4.3	Außergewöhnliche Lasten.....	1.4.3 1-001
1.5	Hinweise zur statischen Berechnung.....	
1.5.1	Gliederung und Positionsbezeichnung.....	1.5.1 1-001
1.5.2	Seitennummerierung.....	1.5.2 1-001

2 Dach

2.1	Trapezblech.....	
	Pos. EG_DA01 Trapezblech FZH.....	2.1.0 1-006
2.2	Binder Fahrzeughalle.....	
	Pos. EG_DA02 Betondachbinder.....	2.2.0 1-004

3 Decken, Unterzüge, Rampen

3.1	Decken.....	
3.1.1	Pos. OG_DE01: Decke über OG, Sozialbau.....	3.1.1 1-004
3.1.2	Pos. EG_DE01: Decke über EG, Sozialbau.....	3.1.2 1-004
3.1.3	Pos. EG_DE02: Decke über EG, Eingangsbereich.....	3.1.3 1-004
3.1.4	Pos. EG_DE03: Lagerbereich Fahrzeughalle.....	3.1.4 1-004
3.2	Unterzüge.....	
3.2.1	Positionsübersicht Unterzüge mit Durchbrüchen.....	3.2.1 1-001
3.2.2	Pos. OG_UZ01: Hauptunterzüge Decke OG.....	3.2.2 1-004
	Pos. OG_UZ01.01: Achse 4/5.....	3.2.2 1-011
	Pos. OG_UZ01.02: Achse 8.....	3.2.2 1-011
	Pos. OG_UZ01.03: Achse 9.....	3.2.2 1-010
3.2.3	Pos. OG_UZ02: Nebenunterzüge OG.....	3.2.3 1-002
	Pos. OG_UZ02.01: Achse 6.....	3.2.3 1-010
	Pos. OG_UZ02.02: Achse 7.....	3.2.3 1-011

3.2.4	Pos. OG_UZ03: Unterzug Fensteröffnung OG.....	3.2.4 1-002
3.2.5	Pos. EG_UZ01: Hauptunterzüge EG.....	3.2.5 1-003
	Pos. EG_UZ01.01: Achse 4.....	3.2.5 1-012
	Pos. EG_UZ01.02: Achse 5.....	3.2.5 1-010
	Pos. EG_UZ01.03: Achse 8/9.....	3.2.5 1-010
3.2.6	Pos. EG_UZ02: Nebenunterzüge EG.....	3.2.6 1-002
3.2.7	Pos. EG_UZ03: Unterzug Aufenthaltsraum.....	3.2.7 1-004
3.2.8	Pos. EG_UZ04: Toreinfahrten Unterzüge, Achse A.....	3.2.8 1-003
<hr/>		
4	Gründung	
<hr/>		
4.1	Pos. EG_GR01: Bodenplatte Sozialbau.....	4.1 1-002
4.2	Pos. EG_GR02: Bodenplatte Lagerbereiche.....	4.2 1-003
4.3	Pos. EG_GR03: Bodenplatte Fahrzeughalle.....	4.3 1-002
4.4	Pos. EG_GR04: Streifenfundament Trennwand.....	4.4 1-002
4.5	Pos. EG_GR05: Streifenfundamente Fahrzeughalle.....	4.5 1-002
4.6	Pos. EG_GR06: Streifenfundamente Sozialbau.....	4.6 1-002
<hr/>		
5	Stützen, Wände	
<hr/>		
5.1	Stützen.....	
5.1.1	Pos. XX_ST01 Stützen 01 Außenwand Sozialbau.....	5.1.1 1-002
5.1.2	Pos. XX_ST02 Stützen 02 Außenwand Sozialbau.....	5.1.2 1-002
5.1.3	Pos. XX_ST03 Stützen Gebäudetrennwand.....	5.1.3 1-003
5.1.4	Pos. XX_ST03-01: Konsole Trennwandstütze.....	5.1.4 1-006
5.2	Wände.....	
5.2.1	Pos. OG_WA01 Brüstungswand Eingangsbereich.....	5.2.1 1-005
5.2.2	Pos. EG_WA01 Stb-Außenwand Fahrzeughalle, Achse A.....	5.2.2 1-004
5.2.3	Pos. EG_WA02 MW-Wand, d = 24 cm, FZH.....	5.2.3 1-002
5.2.4	Pos. EG_WA03 Innenwand 11,5 cm, Fahrzeughalle.....	5.2.4 1-002
5.2.5	Pos. XX_WA01 Trennwand Mauerwerk.....	5.2.5 1-002
5.2.6	Pos. XX_WA02 Außenwand Mauerwerk Sozialbau.....	5.2.6 1-002
5.2.7	Pos. XX_WA03 Innenwand Stahlbeton Sozialtrakt.....	5.2.7 1-004
5.2.8	Angaben Ziegelstürze / Bewehrung über Fenster- und Türöffnungen.....	5.2.8 1-005
<hr/>		
6	Treppen	
<hr/>		
6.1	Treppenhaus Sozialbau.....	
6.1.1	Pos. EG_TL01: oberer Treppenlauf.....	6.1.1 1-004
6.1.2	Pos. EG_TL02: unterer Treppenlauf.....	6.1.2 1-004
6.1.3	Pos. EG_TP01: Treppenpodest.....	6.1.3 1-004
6.2	Eingangstreppe.....	
6.2.1	Pos. EG_TL03: Eingangsbereich, Treppenlauf.....	6.2.1 1-004
6.2.2	Pos. EG_TP02: Eingangsbereich, Treppenpodest.....	6.2.2 1-004
<hr/>		
7	Positions- und Lastenpläne	
<hr/>		
7.1	Positionspläne.....	
7.2	Lastenpläne.....	

1. Vorbemerkungen

1.1. Allgemeines

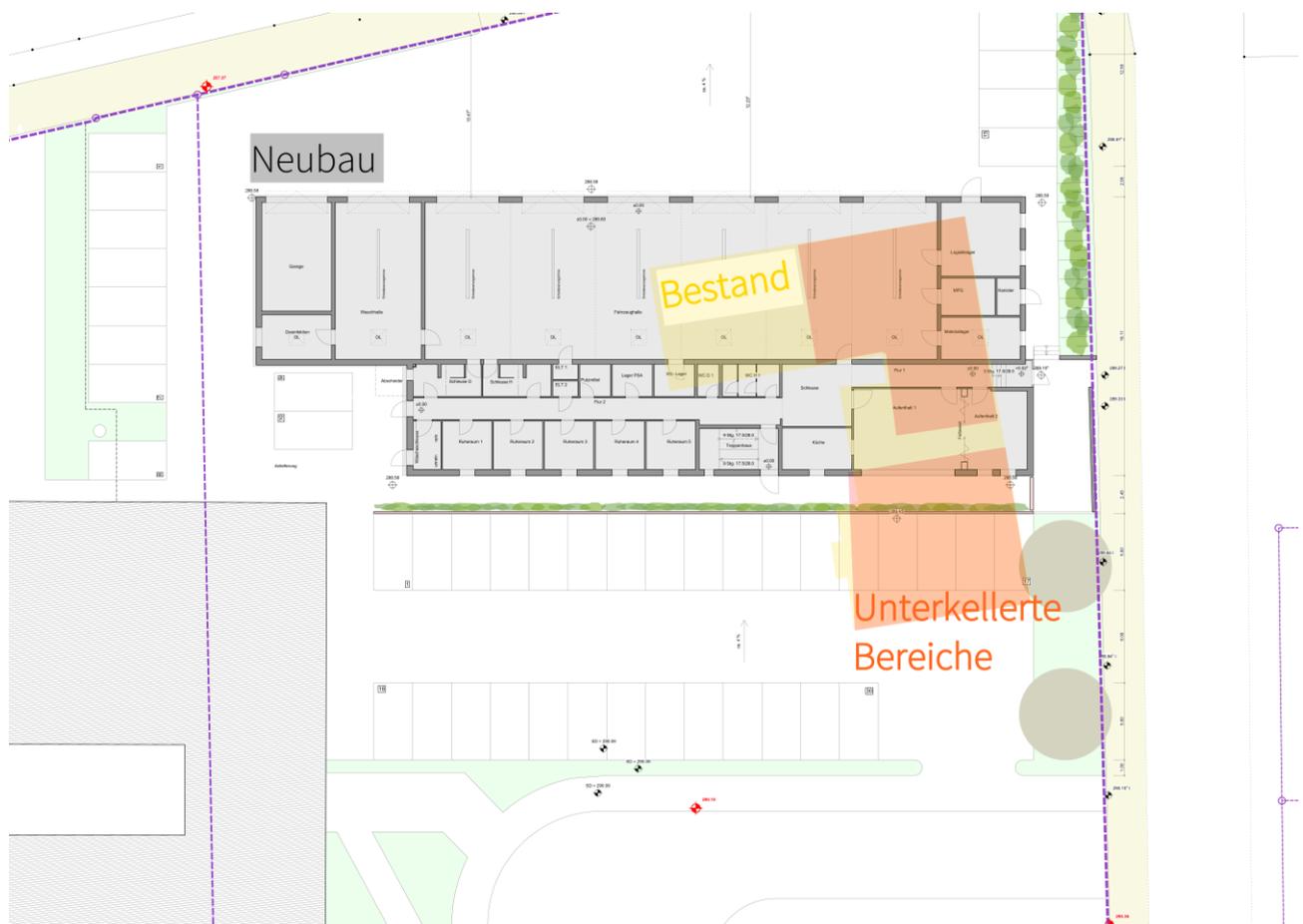
1.1.1 Beschreibung Bauvorhaben

Das Bauvorhaben Rettungswache in Mittweida umfasst den Neubau einer Fahrzeughalle mit anschließendem Sozialtrakt. Dabei wird für den Sozialtrakt ein zweigeschossiger Bau mit Flachdach vorgesehen.

Bauherr des Projekts ist die Landkreis Mittweida Krankenhaus gGmbH. Das vorliegende Dokument behandelt das in folgender Abbildung dargestellte Gebäude, welches auf dem Grundstück Hainichener Straße 10, 09648 Mittweida errichtet werden soll. Bei der Planung wird von einem freien Gelände ohne Bestandsgebäude sowie aufgefüllter Unterkellerung ausgegangen.

Die Abrissplanung des Bestandsgebäudes sowie Planung der Kellerbeseitigung liegen nicht im Leistungsbereich von Jäger Ingenieure GmbH.

Ausschnitt Lageplan mit Außenanlagen:

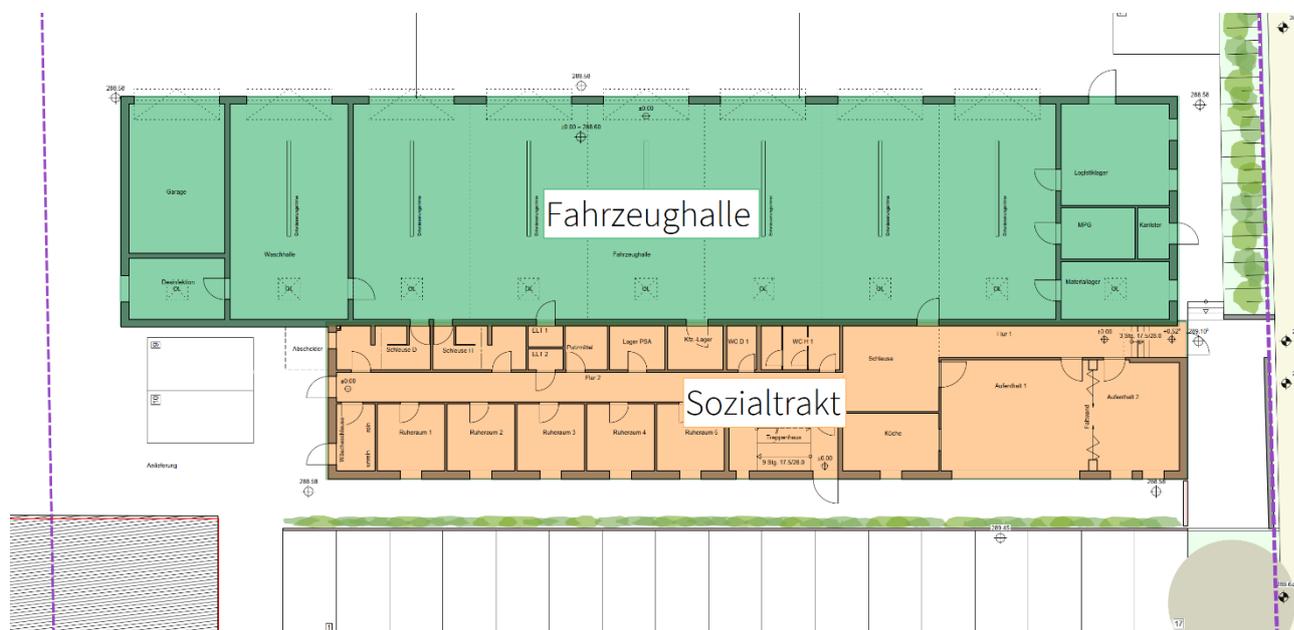


Das Gebäude wird in Massivbauweise mit tragenden Mauerwerks- und Stahlbetonelementen geplant.

Als Planungsgrundlage dienen die Genehmigungspläne (Grundrisse, Schnitte) der s2 plan Bauplanungsgesellschaft m.b.H. vom 30.05.2023.

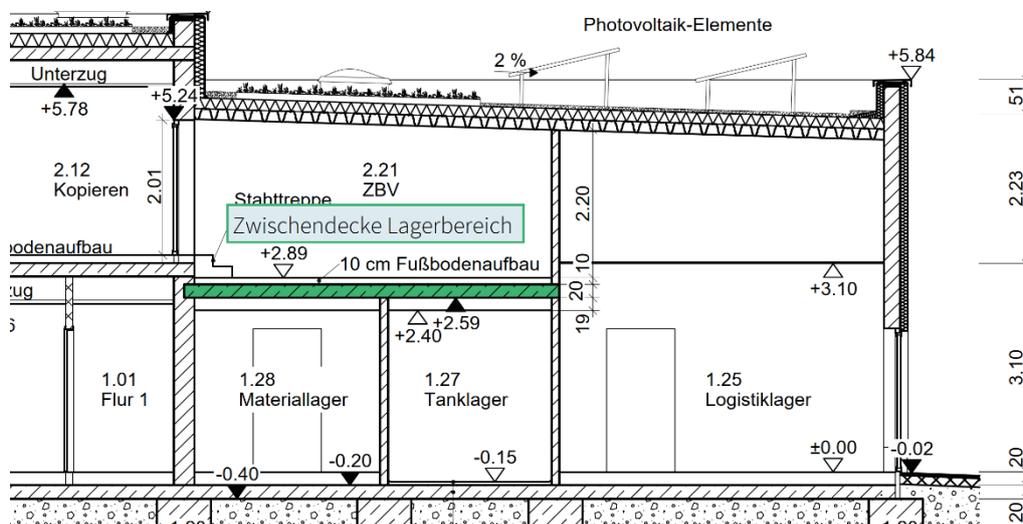
In der folgenden Abbildung ist der Grundriss des Gebäudes erkennbar. Dabei erfolgt eine Einteilung in die zwei Gebäudeabschnitte:

- Fahrzeughalle
- Sozialtrakt

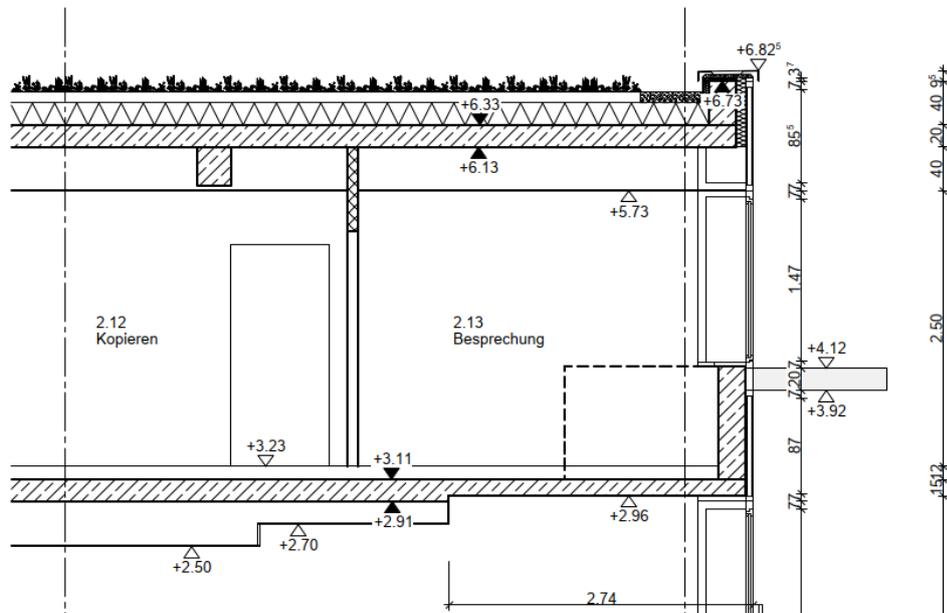


Die **Fahrzeughalle** wird als eingeschossige Stahlbeton-Hallenkonstruktion mit Pultdach und einer Maximalhöhe von 5,80m ausgeführt. Die Binder werden als Stahlbetonträger mit Neigung der Oberkante realisiert. Der Einfahrtsbereich mit acht großen Toren wird ebenfalls in Stahlbeton geplant. Alle weiteren tragenden Wände werden in Mauerwerk realisiert, wobei in der Trennwand zum Sozialtrakt Stahlbetonstützen unterhalb der Binderauflager vorzusehen sind.

Neben Stellplätzen für Rettungswagen, Krankentransporten und Notarzteinsetzwagen befindet sich in diesem Gebäudeteil eine Waschhalle, ein Desinfektionsbereich und mehrere Lagerräume. Oberhalb des Material- und MPG-Lagers wird eine 18 cm dicke Zwischendecke angeordnet (siehe Abbildung). Der entstandene Raum ist über den Sozialtrakt erreichbar und wird ebenfalls als Lager bzw. Aufenthaltsraum genutzt.



Östlich der Fahrzeughalle schließt der zweigeschossige **Sozialtrakt** mit begrüntem Flachdach und einer Gesamthöhe von 6,75 m an. Grundsätzlich werden nur die Außenwände sowie das mittig angeordnete Treppenhaus als tragende Bauteile in Mauerwerk/Stahlbeton ausgeführt. Die Innenräume sind durch nichttragende Trennwände unterteilt. In Erd- und Obergeschoss werden Raumhöhen von 2,50 m erreicht. Die Deckenstärken werden mit 20 cm realisiert. Oberhalb des Eingangsbereichs wird die Deckenstärke verringert und ein Vordach sowie eine Betonbrüstung angeordnet (siehe Abbildung). Die Brüstung wird teilweise in die Trennwand zurückgehangen.



Im Sozialtrakt sind vor allem Aufenthalts-, Umkleide-, Wasch- und Ruheräume untergebracht. Durch die Raumeinteilung mit mobilen Holzwänden wird eine flexible Umgestaltung ermöglicht. Insgesamt hat das Gebäude Abmessungen von ca. 50,0 m x 18,0 m. Die Dächer werden als Gründächer geplant und werden oberhalb der Fahrzeughalle mit Photovoltaik-Elementen versehen.

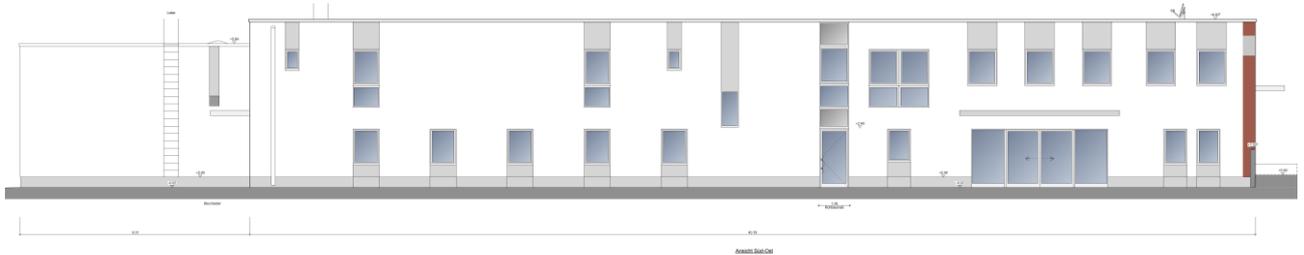
Die beschriebene Gebäudestruktur lässt sich in den folgenden Ansichten und Schnitten erkennen.
Eingangsbereich der Rettungswache



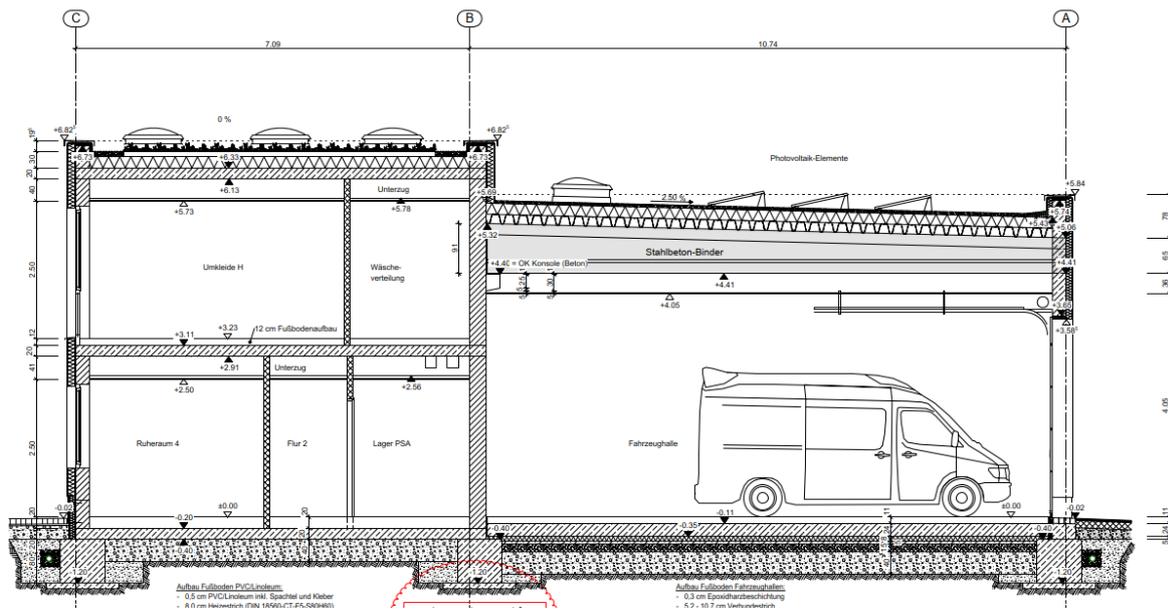
Ansicht Einfahrtsbereich Fahrzeughalle



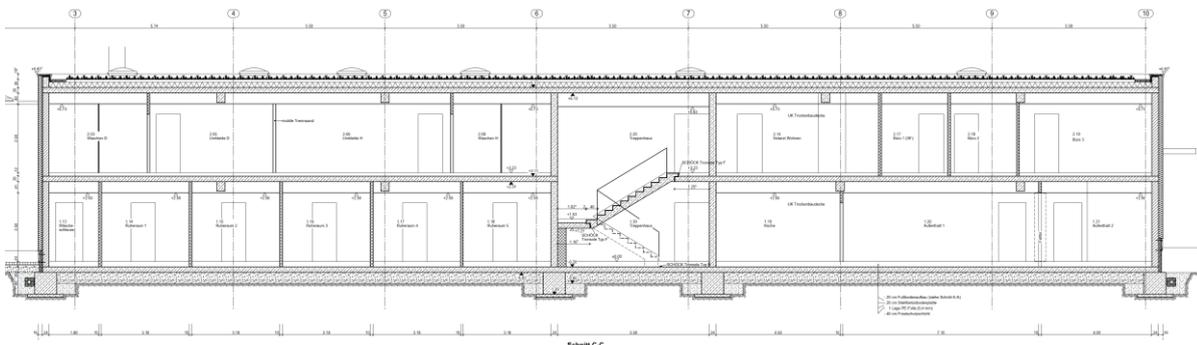
Ansicht Sozialtrakt



Querschnitt Fahrzeughalle und Sozialtrakt



Längsschnitt Sozialtrakt



1.1.2 Standort

Adresse/Flurstück

Eigentümer	Landkreis Mittweida Krankenhaus gGmbH
Gebäude	Rettungswache
Straße	Hainichener Straße 10
Stadt	09648 Mittweida

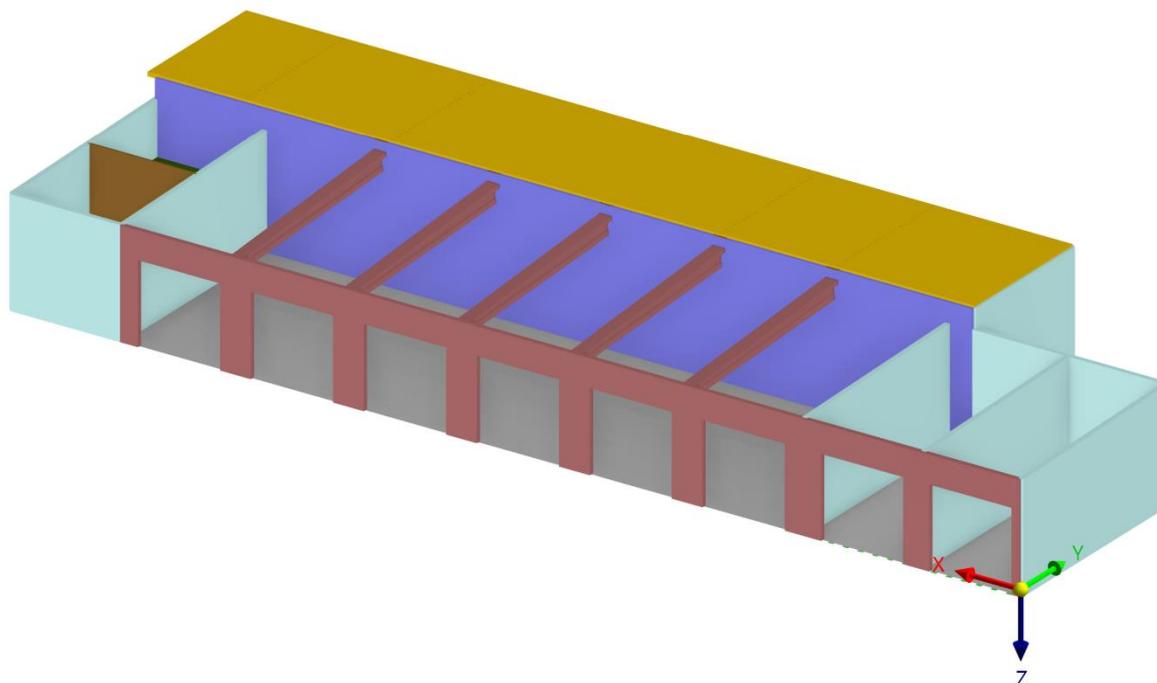
Standortdaten

Windzone	2 – Binnenland – Geländekategorie Binnenland
Schneelastzone	2 – Gebäudehöhe ca. 6,75 m
Höhenlage	ca. + 288,60 m NN (Gebäudenull)
Wasserstand	voraussichtlich kein Wasser anstehend (Baugrundgutachten noch ausstehend)
Erdbebenzone	Erdbebenzone 0

1.1.3 Tragwerk, Gebäudeaussteifung, Stabilität

Tragwerk

Der vertikale Lastabtrag erfolgt über Stahlbetonwände und Mauerwerkswände mit integrierten Stahlbetonstützen. Die folgende Abbildung zeigt die tragenden Bauteile im RFEM-Gesamtmodell.



In der Fahrzeughalle wird die Außenwand mit den Toreinfahrten in Stahlbeton realisiert. Dies ermöglicht die Auflagerung der Binder und der Unterzüge oberhalb der Tore sowie eine Berücksichtigung hoher Anpralllasten im Einfahrtsbereich. Alle quer verlaufenden Wände werden in Mauerwerk hergestellt und in Abstimmung mit Bauherrn und Architektur vom Anprall ausgeschlossen. Für die Trennwand zum Sozialtrakt erfolgt eine gesonderte Bemessung. Zur Auflagerung der Zwischendecke oberhalb der Lager mit einer Bauteildicke von 18,0 cm werden auch die 11,5 cm starken MW-Wände als tragend ausgeführt. Alle Mauerwerkswände werden an der Oberkante und teilweise auf halber Geschosshöhe mit einem Ringanker versehen. Die Stahlbetonbinder werden als T-Träger mit einer linear schräg verlaufenden Oberkante ausgeführt und in der Außenwand mittels Gabellagerung verankert.

Im Sozialtrakt werden alle Außenwände in Mauerwerk und der **Treppenhaukern in Stahlbeton ausgeführt**. Aufgrund der flexiblen Nutzungsmöglichkeiten im Sozialtrakt spannen die HFT-Decken über die gesamte Gebäudebreite von 7,2 m. Die Verformungen der Decken werden aufgrund der leichten Trennwände auf $l/500$ der Deckenspannweite begrenzt. Zur Verformungsbegrenzung werden Unterzüge in regelmäßigen Abständen notwendig und die Decken überhöht hergestellt. Dadurch kann die Deckenstärke auf 20,0 cm reduziert werden. Die Auflagerung der Unterzüge erfolgt auf Stahlbeton-Stützen welche gleichzeitig der Aussteifung der langen Mauerwerkswände dienen.

Die Gründung erfolgt über Streifenfundamente unterhalb der tragenden Wände, welche frostsicher eingebracht werden. Die Breite der Streifenfundamente wird aufgrund der ungünstigen Bodenbeschaffenheit mit 80 cm angegeben. Des Weiteren erfolgt die Anordnung konstruktiver Bodenplatten in den Bauteilen.

Gebäudeaussteifung und Stabilität

Die Aussteifung in Gebäudelängsrichtung wird durch eine hinreichende Anzahl aussteifender langer Längswände erreicht. Eine Nachverfolgung der H-Lasten in dieser Richtung ist nicht erforderlich.

In Gebäudequerrichtung sind ebenfalls aussteifende Wände vorhanden, da deren Anzahl nicht offensichtlich hinreichend ist, wird in der LPH4 eine Nachverfolgung der H-Lasten erfolgen und die entsprechenden Bauteile nachgewiesen. Wesentliche aussteifende Bauteile in Querrichtung sind die vorhandenen Mauerwerkswände an den Gebäudeaußenseiten sowie der zentral gelegenen Stb.-Treppenhauskern.

Die Verteilung der H-Lasten auf aussteifende Bauteile wird im Sozialtrakt durch Stahlbetondecken erreicht. In der Fahrzeughalle erfolgt dies über die Stahlbetonbinder auf Stahlbetonstützen in die Deckenscheiben des Sozialtraktes. Wo keine Deckenscheiben vorhanden sind, werden Ringbalken vorgesehen.

1.2. Grundlagen

1.2.1 Planungsgrundlagen

Objektpläne

Plan	Ausführungspläne, Nr. 302 bis 323	Stand 30.05.2023
	Detailplanung, Nr. 901 bis 919	Stand 30.05.2023
Ersteller_in	s2 plan Bauplanungsgesellschaft m.b.H.	
Straße	Straßberger Str. 2	
Stadt	08527 Plauen	

- Diese Dokumente sind in der vorliegenden Statik nicht enthalten

Baugrundgutachten

Dokument	007825Lo	03.02.2023
Ersteller_in	BIGUS GmbH	
Straße	Schwanseestr. 113a	
Stadt	99427 Weimar	

- Dieses Dokument ist in der vorliegenden Statik nicht enthalten

1.2.2 Baustoffe und Expositionsklassen

In der vorliegenden Statischen Berechnung finden folgende Baustoffe Anwendung:

- Beton nach DIN EN 1192-1-1:2011-01 und NA:2013-04
Expositionsklassen und Brandschutzanforderungen gemäß Positionsplänen
- Betonstahl nach DIN 488
B500A/B als Stabstahl oder Matte
- Baustahl nach DIN EN 10025
S235
- Mauerwerk nach DIN 20000-402

1.2.3 Baugrund und Grundwassersituation

Die Informationen zum Baugrund bzw. der Grundwassersituation können dem Baugrundgutachten vom 03.02.2023 entnommen werden. Es wurden mehrere Kleinrammbohrungen im Bereich der neuen Rettungswache durchgeführt. Für die Dimensionierung der Gründung finden die Bodenkennwerte der ungünstigen Bodenschicht (Lösslehm) Anwendung. Freies Grundwasser ist in diesen Bereichen nicht anstehend.

Hinweise Baugrundgutachten, Seite 25:

Zur Bemessung von Streifenfundamenten/bewehrten Balken bzw. bewehrten Bodenplatten sind in Abhängigkeit der Gründungsebene nach den Ergebnissen von Grundbruch- und Setzungsberechnungen folgende Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstandes im Sinne der DIN 1054 Ausgabe 2010-12 anzusetzen.

Tab. 3-1: Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ im Sinne der DIN 1054 Ausgabe 2010-12; Gründung im Lösslehm – BGS 3.1

kleinste Einbindetiefe des Fundaments	Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ in kN/m ² für Streifenfundamente/Fundamentplatten mit Breiten b bzw. b' von:				
	0,5 m	1,0 m	1,5 m	2,0 m	≥ 3,0 m
0,5 m	200	200	180	160	140
0,8 m	240	210	190	170	150
1,0 m	260	220	200	180	160
≥ 1,5 m	300	250	220	210	190

Achtung: Die angegebenen Werte sind Bemessungswerte des Sohlwiderstandes, keine aufnehmbaren Sohldrücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11!

Zwischenwerte sind linear einzuschalten. Die Auslastung des Sohlwiderstandes kann zu Setzungen in der Größenordnung von ca. 2 cm führen.

Zur Biegebemessung (Vorbemessung) bewehrter Fundamentplatten und -balken nach dem Bettungszahlverfahren kann eine Bettungsziffer $k_{s,k} = 8 \text{ MN/m}^3$ bei Einhaltung der o. g. maximalen Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ im Lösslehm Berücksichtigung finden. Nach dem Vorliegen der Sohldruckverteilung im Rahmen der statischen Bemessung ist über Setzungsberechnungen der Ansatz der Bettungsziffer zu überprüfen bzw. diese neu zu bestimmen.

Der Bestandsbau soll gemäß Vorgabe Bauherr vollständig zurückgebaut werden, dies schließt auch Bestandsunterkellerung und Bestandsfundamentierungen ein. Ausgehobene Bereiche sind normgerecht zu verfüllen und zu verdichten. Dazu sind im Baugrundgutachten folgende Angaben zu finden (Baugrundgutachten, Seite 24).

Künstliche Auffüllungen im Gründungsbereich sind mittels einer Tieferführung aus Beton bzw. geeigneten Bodenaustauschmaßnahmen/Verfüllmaßnahmen, z. B. STS-Material 0/45 nach TL SoB-StB 04/07 Verdichtungsgrad 100 % D_{Pr} , zu ersetzen. Dies betrifft im Wesentlichen voraussichtlich die Verfüllung der alten Keller des Bestandsgebäudes. Der Einbau qualifiziert verbesserten Bodenaushubmaterials nach dem Merkblatt über Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln, FGSV 2004, ist möglich, wird aber aufgrund der geringen Einbaumengen nicht wirtschaftlich sein. Unabhängig davon wären dafür noch Eignungsuntersuchungen am vorgesehenen Einbaumaterial durch den AN vorzunehmen.

Auf die fachgerechte Verfüllung der alten Keller des Bestandsgebäudes wird ausdrücklich hingewiesen. Unter Bezug auf die o. g. Möglichkeiten wird der Einbau von STS-Material 0/45 nach TL SoB-StB 04/07 bei einem Verdichtungsgrad von 100 % D_{Pr} empfohlen. Das Material ist lagenweise (max. Schütthöhe 25 cm) einzubauen und zu verdichten. Dafür sollen schwere Vibrationsplatten oder vgl. mit Dienstgewichten > 650 kg bei 4 bis 6 Übergängen zum Einsatz gelangen. Der Einbau ist laufend geotechnisch zu überwachen.

Nicht tragfähiger Baugrund ist auszutauschen. Zur Abnahme der Gründungssohle ist der Baugrundgutachter heranzuziehen.

1.2.4 DIN-Normen und Literatur

DIN-Normen Grundlagen/Einwirkungen DIN EN 1990/1991

DIN EN 1990:2021-10	Grundlagen der Tragwerksplanung
DIN EN 1990/NA:2010-12	Nationaler Anhang – Grundlagen der Tragwerksplanung
DIN EN 1990/NA/A1:2012-08	Nationaler Anhang – Grundlagen der Tragwerksplanung; Änderung A1
DIN EN 1991-1-1:2010-12	Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke – Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau
DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12	Nationaler Anhang – Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke – Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau
DIN EN 1991-1-2:2010-12	Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-2: Allgemeine Einwirkungen – Brandeinwirkungen auf Tragwerke
DIN EN 1991-1-2 Berichtigung 1:2013-08	Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-2: Allgemeine Einwirkungen – Brandeinwirkungen auf Tragwerke; Berichtigung zu DIN EN 1991-1-2:2010-12
DIN EN 1991-1-2/NA:2015-09	Nationaler Anhang – Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-2: Allgemeine Einwirkungen – Brandeinwirkungen auf Tragwerke
DIN EN 1991-1-3:2010-12	Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen, Schneelasten
DIN EN 1991-1-3/A1:2015-12	Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen – Schneelasten
DIN EN 1991-1-3/NA:2019-04	Nationaler Anhang – Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen – Schneelasten
DIN EN 1991-1-4:2010-12	Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten
DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12	Nationaler Anhang – Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten
DIN EN 1991-1-7:2010-12	Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-7: Allgemeine Einwirkungen – Außergewöhnliche Einwirkungen
DIN EN 1991-1-7/A1:2014-08	Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-7: Allgemeine Einwirkungen – Außergewöhnliche Einwirkungen
DIN EN 1991-1-7/NA:2019-09	Nationaler Anhang – Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-7: Allgemeine Einwirkungen – Außergewöhnliche Einwirkungen

DIN-Normen Stahlbeton und Spannbeton DIN EN 1992

DIN EN 1992-1-1:2011-01	Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
DIN EN 1992-1-1/A1:2015-03	Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04	Nationaler Anhang – Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12	Nationaler Anhang – Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Änderung A1
DIN EN 1992-1-2:2010-12	Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall
DIN EN 1992-1-2/A1:2019-11	Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall
DIN EN 1992-1-2/NA:2010-12	Nationaler Anhang – Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall
DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09	Nationaler Anhang – Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall; Änderung A1
DIN EN 1992-1-2/NA/A2:2021-04	Nationaler Anhang – Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall; Änderung A2

DIN-Normen Geotechnik DIN EN 1997

DIN EN 1997-1:2014-03	Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln
DIN EN 1997-1/NA:2010-12	Nationaler Anhang – Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln

DIN-Normen Erdbeben DIN EN 1998

DIN EN 1998-1:2010-12	Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben – Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten
DIN EN 1998-1/A1:2013-05	Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben – Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten

DIN EN 1998-1/NA:2021-07

Nationaler Anhang – Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben – Teil 1:
Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten

DIN-Normen Geotechnik DIN 1054

DIN 1054:2021-04

Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende
Regelungen zu DIN EN 1997-1

1.2.5 Software

Dlubal RFEM 5.29

Dlubal RFEM 6.20

FRILO Software

Harzer – Statik – Software Version 1.0

Microsoft Word Version 2022

1.3. Feuerwiderstand

1.3.1 Bautechnischer Brandschutz

Der Brandschutz erfolgt gemäß Brandschutznachweis von Thiele Brandschutz GmbH vom 05.12.2022 und den zugehörigen Brandschutzplänen.

Die Rettungswache ist nach § 2 (3) SächsBO der Gebäudeklasse 3 zuzuordnen. Die Garagen sind gemäß SächsGarStellplVO als geschlossene, oberirdische Mittel bzw. Kleingarage zu bewerten. Es handelt sich um keinen Sonderbau.

Die Geschossdecken im Sozialtrakt werden raumabschließend und mind. feuerbeständig (F90-AB) ausgebildet. Gebäudeabschlusswände sind nicht erforderlich. Weiterhin werden keinen inneren Brandwände geplant. Die tragenden Wände werden mindestens feuerhemmend (F30) ausgebildet. Für die MW-Wände im KfZ-Lager und im Tanklager werden feuerbeständige Bauteile (F90) gefordert.

1.3.2 Stahlbetonbauteile

Die tragenden Wände und Stützen, Trennwände, sowie Decken und deren Unterstützungen werden feuerbeständig (F90-AB) ausgebildet.

Die Bemessung der tragenden Stahlbetonbauteile erfolgt nach DIN EN 1992. Dementsprechend erfolgt der konstruktive Brandschutz gemäß DIN EN 1992-1-2-NA-A1-2015-09 für die Feuerwiderstandsklasse R90. Damit werden die im Brandschutznachweis aufgeführten Anforderungen an den Feuerwiderstand (F90-AB) uneingeschränkt erfüllt.

Nach DIN EN 1992-1-2 Abs. 4 sind folgende Bemessungsverfahren zur Sicherstellung der Feuerwiderstandsklasse zulässig:

- Ausführung entsprechend anerkannten Bemessungsergebnissen (tabellarische Daten, Abs. 5)
- vereinfachte Rechenverfahren für bestimmte Bauteile (Abs. 4.2)
- allgemeine Rechenverfahren zur Simulation des Brandverhaltens (Abs. 4.3)

Vereinfacht kann der im NA 5.2(3) empfohlene $\eta_{fi} = 0,7$ angenommen werden.

Stahlbetonstützen

Die Stahlbetonstützen werden durch eine gesonderte Berechnung mit Simulation des Brandverhaltens (Heißbemessung) betrachtet.

Stahlbetonwände

Für tragende Betonwände ist DIN EN 1992-1-2: (2010-12) Tabelle 5.4 zu beachten.

Forderung	Mindestwanddicke / Achsabstand Bewehrung (mm)			
	Ausnutzung $\mu_{fi}=0,35$		Ausnutzung $\mu_{fi}=0,7$	
	Brandbeanspruchung		Brandbeanspruchung	
	einseitig	zweiseitig	einseitig	zweiseitig
REI-90	120 / 20	140 / 10	140 / 25	170 / 25

Für Brandwände gelten gemäß DIN EN 1992-1-2: (2010-12) Abs. 5.4.3 folgende Mindestdicken:

- bewehrte tragende Wände Mindestdicke = 140 mm, Achsabstand $\geq 2,5$ cm

Die tragenden Betonwände haben eine Mindestdicke von 25cm und erfüllen die erforderlichen Kriterien für die Einhaltung des bauteilbezogenen Brandschutzes.

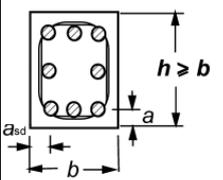
Stahlbetonbalken

In der Regel ist von einer dreiseitigen Brandbeanspruchung auszugehen, da die Balkenoberseite durch eine Platte abgedeckt wird, deren wärmedämmende Funktion während der Feuerwiderstandsdauer erhalten bleibt. Unter Beachtung des nationalen Anhangs zu DIN EN 1992-1-2: (2010-12) Abs. 5.6 ist die Mindeststegdicke b_w für die Klasse WC einzuhalten.

Für die Feuerwiderstandsklasse R90 ist $b_w = 100$ mm.

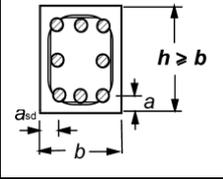
Mindestmaße für statisch bestimmt gelagerte Stahlbetonbalken

gemäß DIN EN 1992-1-2: (2010-12) Abs. 5.6 Tab. 5.5:

Forderung		Mindestbalkenbreite b_{min} / Achsabstand der Bewehrung a (mm)			
R-90		Kombination 1	Kombination 2	Kombination 3	Kombination 4
		150 / 55	200 / 45	300 / 40	400 / 35

Wenn $b \leq b_{min, (Komb3)}$, ist der seitliche Achsabstand der Bewehrung a_{sd} um 10mm zu vergrößern.

Mindestmaße für statisch unbestimmt gelagerte Stahlbetonbalken gemäß DIN EN 1992-1-2:(2010-12) Abs. 5.6 Tab. 5.6:

Forderung		Mindestbalkenbreite b_{min} / Achsabstand der Bewehrung a (mm)			
R-90		Kombination 1	Kombination 2		
		150 / 35	250 / 25		

Wenn $b \leq b_{min, (Komb2)}$, ist der seitliche Achsabstand der Bewehrung a_{sd} um 10mm zu vergrößern.

Stahlbetondecken

Im Hinblick auf die bei Unterzügen vorausgesetzte 3-seitige Brandbeanspruchung sind bei den Stahlbetondecken auch die Kriterien E und I relevant. Unter Zugrundlegung der Vorgaben für zweiachsig gespannte Platten kann auf weitere Nachweise verzichtet werden. Die Mindestabmessungen ergeben sich nach DIN EN 1992-1-2:(2010-12) Abs. 5.7 Tabelle 5.8:

Forderung	Plattendicke h_s (mm)	Achsabstand a (mm)		
		einachsig gespannt	zweiachsig gespannt	
			$l_y / l_x \leq 1,5$	$1,5 < l_y / l_x \leq 2$
REI-90	100	30	15	20

Flachdecken (punktuell gestützt)

Für Flachdecken sollten bei Feuerwiderstandsklassen von REI 90 und höher mindestens 20% der erforderlichen Bewehrung der Zwischenauflager über die ganze Spannweite geführt werden. Die Anrechnung von Fußbodenaufbauten, wie bei Stahlbetondecken entfällt hier.

Die Mindestabmessungen ergeben sich nach DIN EN 1992-1-2:(2010-12) Abs. 5.7 Tabelle 5.8:

Forderung	Plattendicke h_s (mm)	Achsabstand a (mm)
REI - 90	200	25

1.3.3 Mauerwerkswände

Die tragenden Wände und Stützen, Trennwände, sowie Decken und deren Unterstützungen werden feuerbeständig (F90-AB) ausgebildet.

Die Bemessung der tragenden Mauerwerkswände erfolgt nach DIN EN 1996. Dementsprechend erfolgt der konstruktive Brandschutz gemäß DIN EN 1996-1-2/NA:2013-06 für die Feuerwiderstandsklasse REI90. Damit werden die im Brandschutznachweis aufgeführten Anforderungen an den Feuerwiderstand (F90-AB) uneingeschränkt erfüllt.

Die von der erforderlichen Feuerwiderstandsdauer abhängigen Mindestdicken des Mauerwerks sind in der DIN EN 1996-1-2/NA geregelt. Im Anhang B sind Mindestdicken angegeben.

Kalksandstein-Mauerwerk - Mindestdicke nichttragender, raumabschließender Wände (Kriterium EI) zur Einstufung in Feuerwiderstandsklassen nach Tabelle NA.B.2.1

Zeile 1.1 Vollsteine, Lochsteine, Blocksteine, Hohlblocksteine unter Verwendung von Normalmauermörtel, Dünnbettmörtel und Leichtmauermörtel: Mindestwanddicke $t_F = 115$ mm

Zeile 1.2 Plansteine unter Verwendung von Normalmauermörtel, Dünnbettmörtel und Leichtmauermörtel: Mindestwanddicke $t_F = 115$ mm

1.4. Lastannahmen

1.4.1 Ständige Lasten

Das Eigengewicht der Stahlbetonbauteile wird programmintern mit einer Wichte von 25,0 kN/m³ berücksichtigt. Das Eigengewicht von Mauerwerkswänden wird programmintern mit einer Wichte von 20,0 kN/m³ berücksichtigt. Zusätzliche Lasten durch Auf- und Einbauten werden als Knoten-, Linien- oder Flächenlasten definiert.

Eigengewicht Rohdecken Stahlbeton

Stahlbetondecke, d=20 cm	0,20 m x 25 kN/m ³	g_k = 5,00	kN/m²
--------------------------	-------------------------------	-----------------------------	-------------------------

Eigengewicht Bodenplatten

Stahlbetonbodenplatte Sozialtrakt/Lager, d=20 cm	0,20 m x 25 kN/m ³	g_k = 5,00	kN/m²
Stahlbetonbodenplatte Fahrzeughalle, d=25 cm	0,25 m x 25 kN/m ³	g_k = 6,25	kN/m²

Eigengewicht Wände Stahlbeton

Stahlbetonwand, d = 24 cm	0,25 m x 25 kN/m ³	g_k = 6,00	kN/m²
---------------------------	-------------------------------	-----------------------------	-------------------------

Eigengewicht Wände Mauerwerk (inkl. Dünnbettmörtel)

Poroton Hochlochziegel Plan-T 1,2; d = 11,5 cm	0,115 m x 13 kN/m ³	g_k = 1,50	kN/m²
Poroton Hochlochziegel Plan-T 1,2; d = 24,0 cm	0,240 m x 13 kN/m ³	g_k = 3,12	kN/m²
Poroton Planziegel T14, SFK 12, d = 30 cm	0,300 m x 8 kN/m ³	g_k = 2,40	kN/m²

Fußbodenaufbau Fahrzeughalle / Garage / Waschhalle

Epoxidharzbeschichtung, OS8	0,003 m	=	0,08	kN/m ²
Verbundestrich	0,11 m x 22 kN/m ³	=	2,42	kN/m ²
		g_k =	2,50	kN/m²
		angesetzt g_k =	2,50	kN/m²

Fußbodenaufbau Logistik-, Material-, Tank- und MPG-Lager sowie Desinfektion

Bodenbelag (PVC/Linoleum)	0,5 cm x 0,13 kN/m ² je cm	=	0,07	kN/m ²
Heizestrich schwimmend	0,08 m x 22 kN/m ³	=	1,76	kN/m ²
Tackerplatte WLG040	0,03 m x 10 kN/m ³	=	0,30	kN/m ²
Wärmedämmung Polystyrol EPS WLG035	0,06 m x 1 kN/m ³	=	0,06	kN/m ²
Wärmedämmung (Ausgleichsschüttung)	0,02 m x 1,7 kN/m ³	=	0,04	kN/m ²
Bitumenschweißbahn	pauschal	=	0,07	kN/m ²
		g_k =	2,30	kN/m²
		angesetzt g_k =	2,60	kN/m²

Fußbodenaufbau EG Sozialtrakt Normalfall

Bodenbelag (PVC/Linoleum)	0,5 cm x 0,13 kN/m ² je cm	=	0,07	kN/m ²
Heizestrich schwimmend	0,08 m x 22 kN/m ³	=	1,76	kN/m ²
Tackerplatte WLG040	0,03 m x 10 kN/m ³	=	0,30	kN/m ²
Wärmedämmung Polystyrol EPS WLG035	0,06 m x 1 kN/m ³	=	0,06	kN/m ²
Wärmedämmung (Ausgleichsschüttung)	0,02 m x 1,7 kN/m ³	=	0,04	kN/m ²
Bitumenschweißbahn	pauschal	=	0,07	kN/m ²
			$g_k = 2,30$	kN/m ²
			angesetzt $g_k = 2,60$	kN/m²

Fußbodenaufbau EG Sozialtrakt Räume mit Fußbodeneinlauf

Bodenbelag (Fliesen)	2,0 cm x 0,22 kN/m ² je cm	=	0,44	kN/m ²
Heizestrich schwimmend	0,075 m x 22 kN/m ³	=	1,65	kN/m ²
Trittschallplatte	0,03 m x 10 kN/m ³	=	0,30	kN/m ²
Wärmedämmung Polystyrol EPS WLG035	0,05 m x 1 kN/m ³	=	0,05	kN/m ²
Wärmedämmung (Ausgleichsschüttung)	0,01 m x 1,7 kN/m ³	=	0,02	kN/m ²
Bitumenschweißbahn	pauschal	=	0,07	kN/m ²
			$g_k = 2,53$	kN/m ²
			angesetzt $g_k = 2,60$	kN/m²

Fußbodenaufbau OG Sozialtrakt Normalfall

Bodenbelag (PVC/Linoleum)	0,5 cm x 0,13 kN/m ² je cm	=	0,07	kN/m ²
Heizestrich schwimmend	0,08 m x 22 kN/m ³	=	1,76	kN/m ²
Tackerplatte WLG040	0,035 m x 10 kN/m ³	=	0,35	kN/m ²
			$g_k = 2,18$	kN/m ²
			angesetzt $g_k = 2,60$	kN/m²

Fußbodenaufbau OG Sozialtrakt Räume mit Fußbodeneinlauf

Bodenbelag (Fliesen)	2,0 cm x 0,22 kN/m ² je cm	=	0,44	kN/m ²
Heizestrich schwimmend	0,08 m x 22 kN/m ³	=	1,76	kN/m ²
Trittschallplatte	0,02 m x 10 kN/m ³	=	0,20	kN/m ²
			$g_k = 2,40$	kN/m ²
			angesetzt $g_k = 2,60$	kN/m²

Dachaufbau Gründach Sozialtrakt

Intensivbegrünung	14 cm Aufbau, pauschal 175 kg/m ²	=	2,00	kN/m ²
Bitumen Dachabdichtung, 2-lagig		=	0,15	kN/m ²
Wärmedämmung im Gefälle 2%; (i.M. 20 cm)	0,20 m x 1,80 kN/m ³	=	0,40	kN/m ²
Dampfsperre einschl. Klebmasse bzw. Schweißbahn		=	0,05	kN/m ²
			$g_k = 2,60$	kN/m ²
			angesetzt $g_k = 3,00$	kN/m²

Dachaufbau Fahrzeughalle

Bitumen Dachabdichtung, 2-lagig		=	0,15	kN/m ²
Wärmedämmung (i.M. 16 cm)	0,16 m x 1,80 kN/m ³	=	0,30	kN/m ²
Dampfsperre einschl. Klebmasse bzw. Schweißbahn		=	0,05	kN/m ²
Trapezblechprofil (Positivlage)		=	0,20	kN/m ²
			g_k =	0,70 kN/m²
		angesetzt	g_k =	1,00 kN/m²

Dachaufbau Fahrzeughalle Photovoltaikanlage

PV-Anlage mit Dachdurchdringung	inkl. Unterkonstruktion	=	0,20	kN/m ²
Bitumen Dachabdichtung, 2-lagig		=	0,15	kN/m ²
Wärmedämmung im Gefälle 2%, (i.M. 20cm)	0,2 m x 1,80 kN/m ²	=	0,40	kN/m ²
Dampfsperre einschl. Klebmasse bzw. Schweißbahn		=	0,05	kN/m ²
Trapezblech (Positivlage)		=	0,20	kN/m ²
			angesetzt	g_k = 1,00 kN/m²

Aufbau Treppenpodeste

15 mm Fliesen einschl. Dünnbettkleber	0,015 m x 22 kN/m ³	=	0,33	kN/m ²
5 mm Schlüter Ditra 25-MATte		=	0,05	kN/m ²
80 mm Zementestrich	0,08 m x 22 kN/m ³	=	1,76	kN/m ²
30 mm Trittschalldämmung EPS		=	0,05	kN/m ²
			g_k =	2,19 kN/m²
		angesetzt	g_k =	2,50 kN/m²

Aufbau Treppenläufe

15 mm Fliesen einschl. Dünnbettkleber	0,015 m x 22 kN/m ³	=	0,33	kN/m ²
			angesetzt	g_k = 1,00 kN/m²

Aufbau Außenwände Sozialbau

1,5 cm mineralischer Außenputz	0,015 m x 20 kN/m ³	=	0,30	kN/m ²
14 cm Dämmung MIWO WLG 040	0,14 m x 1,0 kN/m ³	=	0,14	kN/m ²
Innenputz (Fliesen)	0,015 m x 20 kN/m ³	=	0,30	kN/m ²
			g_k =	0,74 kN/m²
		angesetzt	g_k =	1,00 kN/m²

Aufbau Außenwände Fahrzeughalle

1,5 cm mineralischer Außenputz	0,015 m x 20 kN/m ³	=	0,30	kN/m ²
10 cm Dämmung MIWO WLG 040	0,10 m x 1,0 kN/m ³	=	0,10	kN/m ²
Innenputz (Fliesen)	0,015 m x 20 kN/m ³	=	0,30	kN/m ²
			g_k =	0,70 kN/m²
		angesetzt	g_k =	1,00 kN/m²

Aufbau Trennwand Sozialtrakt / Fahrzeughalle

Innenputz (Fliesen) - Fahrzeughalle	=	0,50	kN/m ²
Innenputz (Fliesen) - Sozialtrakt	=	0,50	kN/m ²
		g_k =	1,00 kN/m²

Sonstige Lasten

Eigengewicht Glasflächen	(Pauschale Annahme)	=	2,00	kN/m ²
		g_k =	2,00	kN/m²

Nichttragende leichte Wände

Maximalgewicht 3,0 kN/m Wandlänge; Berücksichtigung über gleichmäßig verteilten Trennwandzuschlag gem. DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12 → siehe Nutzlasten

Das maximal zulässige Wandgewicht ist bei der Auswahl des Trennwandsystems einzuhalten. Da die Trennwandlasten als gleichmäßig verteilter Trennwandzuschlag innerhalb der jeweiligen Nutzlastbereiche berücksichtigt sind, ist eine flexible Nutzung im Hinblick auf die Anordnung der leichten Trennwände gewährleistet.

Erddruck

Aufgrund fehlender Baugrundangaben können Lasten aus Erddruck und eventuellem drückendem Wasser in der LPH3 noch nicht berücksichtigt werden.

Vereinfachungen / Bemerkungen

Alle Fußbodenaufbauten im Sozialtrakt werden mit 2,60 kN/m² auf der sicheren Seite liegend zusammengefasst. Die Last des Gründachs Sozialtrakt wird zunächst mit 3,0 kN/m² angesetzt. Bei anstehendem Wasser im Havariefall erfolgt eine zusätzliche Belastung von 2,0 kN/m².

1.4.2 Veränderliche Lasten

Nutzlasten gemäß DIN EN 1991-1-1/NA, Tab. 6.1 DE, Tab. 6.10 DE

Arbeitsflächen (Kat. B2)		$q_k = 3,00 \text{ kN/m}^2$
Trennwandzuschlag für Wände mit einer Last von $< 3,0 \text{ kN/m}$ Wandlänge		$q_k = 0,80 \text{ kN/m}^2$
bei Nutzlasten von $\geq 5,0 \text{ kN/m}^2$ kann der Trennwandzuschlag entfallen.		$q_k = 3,80 \text{ kN/m}^2$
Arbeitsflächen (Kat. B3)		$q_k = 5,00 \text{ kN/m}^2$
Trennwandzuschlag für Wände mit einer Last von $< 3,0 \text{ kN/m}$ Wandlänge		$q_k = 0,80 \text{ kN/m}^2$
bei Nutzlasten von $\geq 5,0 \text{ kN/m}^2$ kann der Trennwandzuschlag entfallen.		$q_k = 5,00 \text{ kN/m}^2$
Treppen, Treppenpodeste (Kat. T.1)		$q_k = 3,00 \text{ kN/m}^2$
Lagerflächen (Kat. E1.1)	Logistiklager / Waschhalle	$q_k = 5,00 \text{ kN/m}^2$
Dachnutzlast (Kat. H)		$q_k = 1,00 \text{ kN/m}^2$
Beachte auch Schnee- und sonstige Dachnutzlasten!		

Weitere Nutzlasten

Verkehrslasten (Brückenklassen 6/6)	Gesamtlast $\leq 60 \text{ kN}$	$q_k = 4,00 \text{ kN/m}^2$
Rettungsweg		$q_k = 3,00 \text{ kN/m}^2$
Kiesschüttung Fahrzeughalle	$15 \text{ kN/m}^3 \times 0,10 \text{ m} =$	$q_k = 1,50 \text{ kN/m}^2$

Unterhanglasten Fahrzeughalle

Heizungs-, Lüftung- und Klimatechnik	$= 0,35 \text{ kN/m}^2$
Elektro (Stark- und Schwachstrom)	$= 0,15 \text{ kN/m}^2$
	$q_k = 0,50 \text{ kN/m}^2$

Unterhanglasten Sozialtrakt

Heizungs-, Lüftung- und Klimatechnik	$= 0,35 \text{ kN/m}^2$
Elektro (Stark- und Schwachstrom)	$= 0,15 \text{ kN/m}^2$
	$q_k = 0,50 \text{ kN/m}^2$

Sektionaltore

Ersatzflächenlast inkl. Unterkonstruktion	$= 0,50 \text{ kN/m}^2$
	$q_k = 0,50 \text{ kN/m}^2$

Schneelasten auf Dächern

Schneelast nach DIN EN 1991-1-3 + NA		$s_k = 0,85$	kN/m^2
Schneelastzone 2, Höhe ü. NHN: 274 m			
Flachdach	$0,80 \times 0,85 \text{ kN/m}^2$	$s = 0,68$	kN/m^2
Schneeverwehung		$s_{SW} = 0,52$	kN/m^2
Schneelast inkl. Schneesack		$s_{SK} = 2,04$	kN/m^2
Schneelast PV-Anlage	$0,68 + 0,17 \text{ kN/m}^2$	$s_{PV} = 0,85$	kN/m^2

Die Dachnutzlast von $q_k = 1,00 \text{ kN/m}^2$ wird durch den Schneelastansatz abgedeckt. Für die Ermittlung der Schneelast siehe auch nachfolgenden FriLo-Ausdruck. Eine ggf. auftretende Wassersäule von ca. 20 cm wird als außergewöhnliche Einwirkung berücksichtigt.

Windlasten

Windlast nach DIN EN 1991-1-4 + NA			
Windlastzone 2, Mischkategorie II+III, Höhe: 6,75 m			
Basisgeschwindigkeitsdruck		$q_{b0} = 0,39$	kN/m^2
Geschwindigkeitsstaudruck		$q_p = 0,80$	kN/m^2

Die detaillierten Einwirkungen infolge Wind sind den Einzelpositionen zu entnehmen. Beachte auch die Windlastermittlung getrennt nach Anströmrichtung und Bauteilen gemäß nachfolgenden FriLo-Ausdruck.

Anlagentechnik

Lasten aus der Anlagentechnik der Haustechnikplanung können den entsprechenden Positionsdeckblättern entnommen werden.

Wind- und Schneelasten Gesamtgebäude

Lasten aus Wind und Schnee (x64) LWS+ 02/23A (FRILO R-2023-2/P04)

Basiswerte

Land	Deutschland	
Schnee-Norm	DIN EN 1991-1-3/NA:2019-04	
Wind-Norm	DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12	
Gemeinde	09648 Mittweida	
Geländehöhe	hNN =	274.00 m
Klimaregion	Zentral-Ost	
Schneezone	2	
Windzone	2	
Geländekategorie	Mischkategorie Binnenland	
(Eine Gemeindezuordnung ist in den Schnee- und Windnormen nicht rechtsverbindlich geregelt!)		

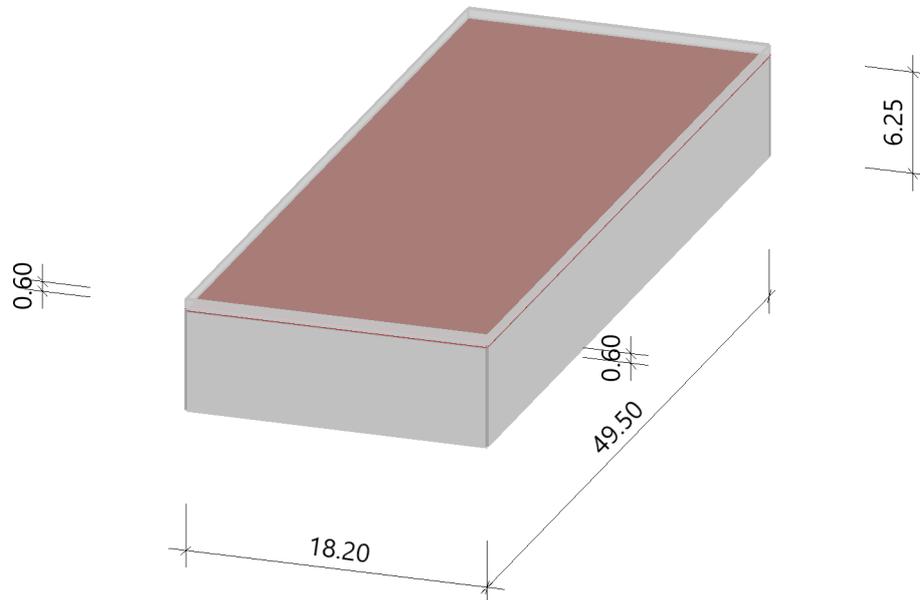
Beiwerte

Faktor für Schneetraufast $k = 0.40$

Geometrie Flachdach

Gebäudehöhe	$h = 6.25$ m		
Gebäuelänge	$l = 49.50$ m		
Gebäudebreite	$b = 18.20$ m		
mit Flachdach - mit Attika umlaufend			
Dachneigung	$\alpha_{li} = 0.0$ °		
Überstand	$\ddot{u}_{li} = 0.00$ m	$\ddot{u}_{re} = 0.00$ m	
Überstand	$\ddot{u}_1 = 0.00$ m	$\ddot{u}_2 = 0.00$ m	
Dachbreite/länge	$dx = 18.20$ m	$dy = 49.50$ m	
Attikahöhe	$h_p = 0.60$ m		
Allseitig geschlossen mit folgenden Wandteilöffnungen:			
Öffnungen	$\Delta A_{li} = 0.00$ m ²	$\Delta A_{re} = 0.00$ m ²	
	$\Delta A_1 = 0.00$ m ²	$\Delta A_2 = 0.00$ m ²	

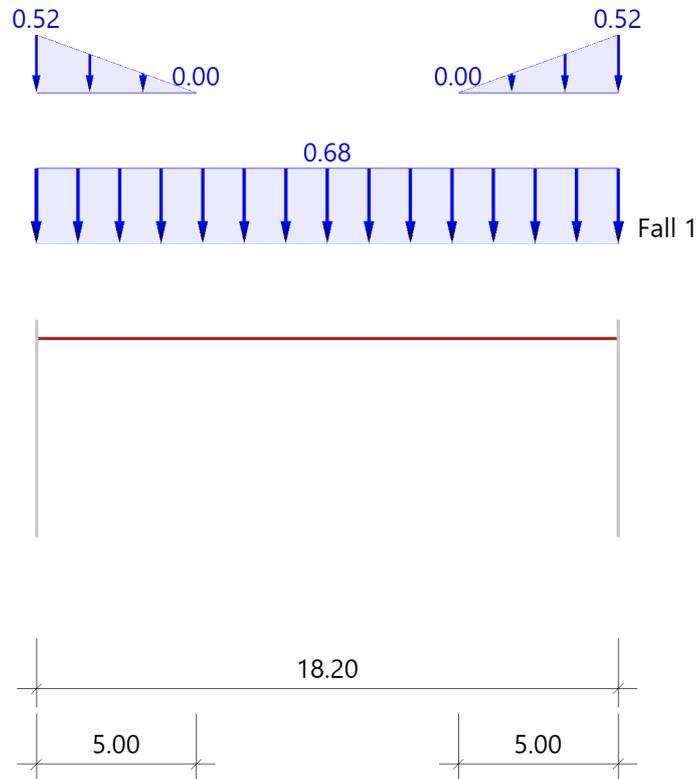
Grafik



Lasten

Bodenschneelast	$s_k = 0.85 \text{ kN/m}^2$
Basiswindgeschwindigkeit	$v_{b0} = 25.0 \text{ m/s}$
Basisgeschwindigkeitsdruck	$q_{b0} = 0.39 \text{ kN/m}^2$
Referenzhöhe	$z_e = 6.85 \text{ m}$
Geschwindigkeitsstaudruck	$q_{p,0}(h) = 0.59 \text{ kN/m}^2$
Geschwindigkeitsstaudruck	$q_{p,90}(h) = 0.59 \text{ kN/m}^2$

Grafik, Querschnitt



Tabelle, Querschnitt

Sit	μ	s_i [kN/m ²]	$s_{e,li}$ [kN/m]	$s_{e,re}$ [kN/m]
P/T	0.80	0.68		

Alle Werte sind charakteristische Werte.

Sit: P/T=persistent/transient, excp=exceptional

Attika

Sit	μ_s	μ_w	μ_2^1	μ_1	s_2^2 [kN/m ²]	s_1 [kN/m ²]	Δs_2^3 [kN/m ²]	L_s [m]
P/T	0.00	1.41	1.41	0.80	1.20	0.68	0.52	5.00

Alle Werte sind charakteristische Werte.

Sit: P/T=persistent/transient, excp=exceptional

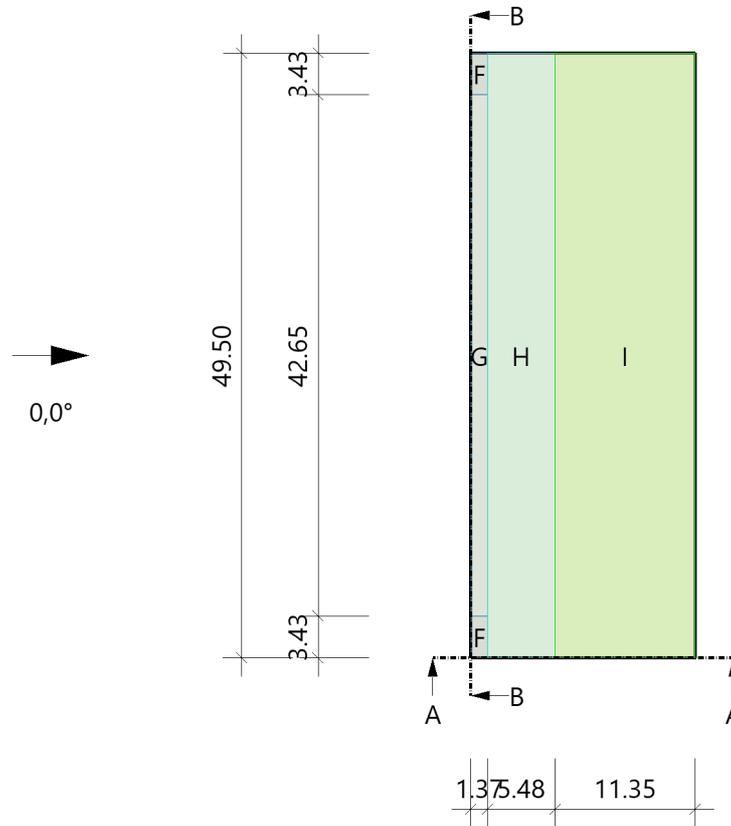
1 : $\mu_2 = \mu_s + \mu_w$

2 : $s_2 = \mu_2 \cdot s_k$

3 : $\Delta s_2 = s_2 - s_1$

Schneeüberwehungen an einer Attika werden analog zu Höhensprüngen bestimmt.
 (siehe "Auslegungsfragen zu DIN 1055-5, Lfd.Nr.4 im Kontext mit Lfd.Nr.29")

Grafik, 0°, Draufsicht



Tabelle, 0°, Draufsicht

Referenzeinflußbreite $e = 13.70 \text{ m}$ $hp/h = 0.096$

Bereich	Bauteil	$C_{pe,10+}$	$C_{pe,10-}$	$C_{pe,1+}$	$C_{pe,1-}$	$W_{e,10+}$ [kN/m ²]	$W_{e,10-}$ [kN/m ²]	$W_{e,1+}$ [kN/m ²]	$W_{e,1-}$ [kN/m ²]	l_x [m]	l_y [m]
F	DF	0.00	-1.22	0.00	-1.82	0.00	-0.72	0.00	-1.07	1.37	3.43
G	DF	0.00	-0.81	0.00	-1.42	0.00	-0.48	0.00	-0.84	1.37	42.65
H	DF	0.00	-0.70	0.00	-1.20	0.00	-0.41	0.00	-0.71	5.48	49.50
I	DF	0.20	-0.60	0.20	-0.60	0.12	-0.35	0.12	-0.35	11.35	49.50

Alle Werte sind charakteristische Werte.

Windinnendruck, Gebäude Geschlossen

unter der Voraussetzung, daß max 1 Wand Öffnungen > 30% enthält.

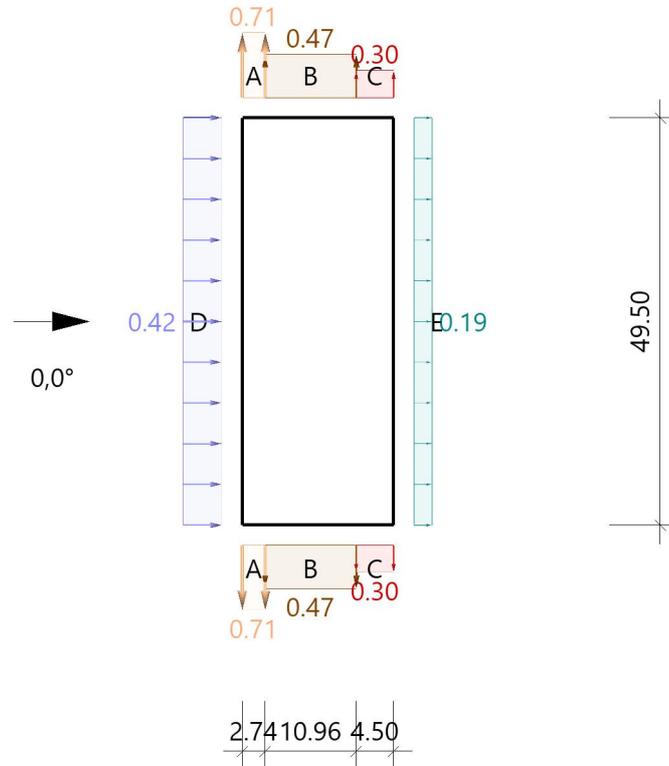
$$\Delta A_{li}/A_{li} = 0.00 \% \quad \Delta A_{re}/A_{re} = 0.00 \% \quad \Delta A_{vo}/A_{vo} = 0.00 \% \quad \Delta A_{hi}/A_{hi} = 0.00 \%$$

$$\delta_{li} = 0.000 \quad \delta_{re} = 0.000 \quad \delta_{vo} = 0.000 \quad \delta_{hi} = 0.000$$

Keine dominante Seite vorhanden., $\delta_{A,tot}=0.0\%$

Windinnendruck muss nicht berücksichtigt werden!

Grafik, 0°, Schnitt durch die Wände



Lasteinzugsfläche für die grafische Darstellung = 10.00 m²

Windlasten auf die Attika werden nach EN 1991-1-4, 7.2.3(3) Anm.2 wie auf freistehende Wände nach 7.4 erm

Tabelle, 0°, Schnitt durch die Wände

Referenzeinflußbreite $e = 13.70 \text{ m}$ $h_p/h = 0.096$
 Verhältnis $h/d = 0.343$ $h/b = 0.126$ $d/b = 0.368$

Bereich	Bauteil	$C_{pe,10+}$	$C_{pe,10-}$	$C_{pe,1+}$	$C_{pe,1-}$	$W_{e,10+}$ [kN/m ²]	$W_{e,10-}$ [kN/m ²]	$W_{e,1+}$ [kN/m ²]	$W_{e,1-}$ [kN/m ²]	l_x [m]	l_y [m]
D	¹ Wand links	0.71	0.00	1.00	0.00	0.42	0.00	0.59	0.00		49.50
E	Wand rechts	0.00	-0.32	0.00	-0.50	0.00	-0.19	0.00	-0.30		49.50
A	Wand vorne ²	0.00	-1.20	0.00	-1.40	0.00	-0.71	0.00	-0.83	2.74	
B	Wand vorne ²	0.00	-0.80	0.00	-1.10	0.00	-0.47	0.00	-0.65	10.96	
C	Wand vorne ²	0.00	-0.50	0.00	-0.50	0.00	-0.30	0.00	-0.30	4.50	

Alle Werte sind charakteristische Werte.

¹ : für die luvseitige Wand gilt die Bezugshöhe z_e nach Bild 7.4

² : Wand hinten enthält die gleichen Werte

Windinnendruck, Gebäude Geschlossen

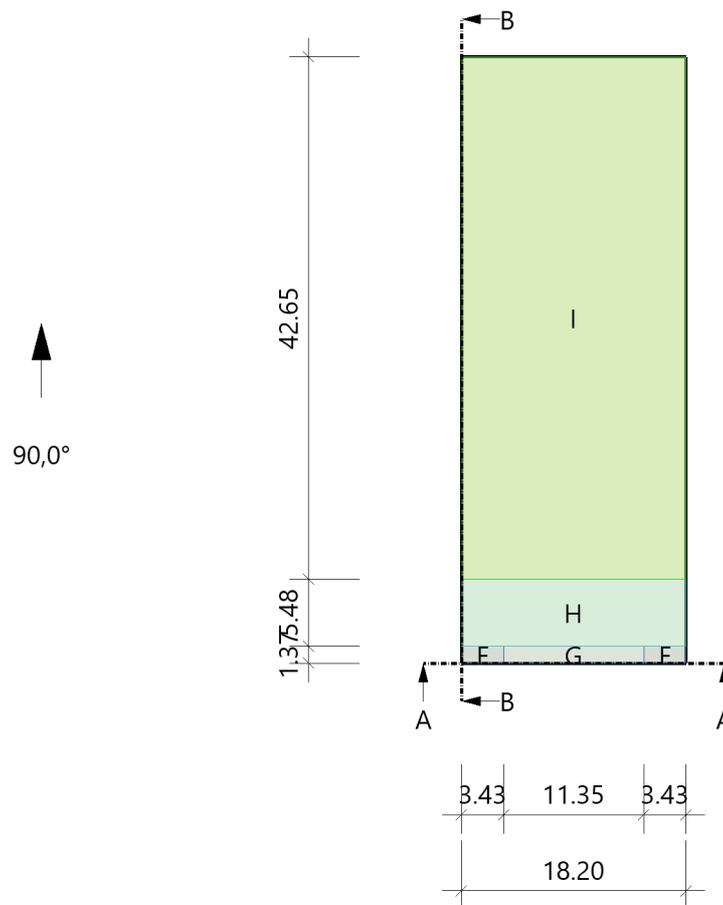
unter der Voraussetzung, daß max 1 Wand Öffnungen > 30% enthält.

$$\begin{array}{cccc} \Delta A_{li}/A_{li} = 0.00 \% & \Delta A_{re}/A_{re} = 0.00 \% & \Delta A_{vo}/A_{vo} = 0.00 \% & \Delta A_{hi}/A_{hi} = 0.00 \% \\ \delta_{li} = 0.000 & \delta_{re} = 0.000 & \delta_{vo} = 0.000 & \delta_{hi} = 0.000 \end{array}$$

Keine dominante Seite vorhanden., $\delta_{A,tot}=0.0\%$

Windinnendruck muss nicht berücksichtigt werden!

Grafik, 90°, Draufsicht



Tabelle, 90°, Draufsicht

Referenzeinflußbreite $e = 13.70 \text{ m}$ $hp/h = 0.096$

Bereich	Bauteil	C _{pe,10+}	C _{pe,10-}	C _{pe,1+}	C _{pe,1-}	We _{e,10+} [kN/m ²]	We _{e,10-} [kN/m ²]	We _{e,1+} [kN/m ²]	We _{e,1-} [kN/m ²]	l _x [m]	l _y [m]
F	DF	0.00	-1.22	0.00	-1.82	0.00	-0.72	0.00	-1.07	3.43	1.37
G	DF	0.00	-0.81	0.00	-1.42	0.00	-0.48	0.00	-0.84	11.35	1.37
H	DF	0.00	-0.70	0.00	-1.20	0.00	-0.41	0.00	-0.71	18.20	5.48
I	DF	0.20	-0.60	0.20	-0.60	0.12	-0.35	0.12	-0.35	18.20	42.65

Alle Werte sind charakteristische Werte.

Windinnendruck, Gebäude Geschlossen

unter der Voraussetzung, daß max 1 Wand Öffnungen > 30% enthält.

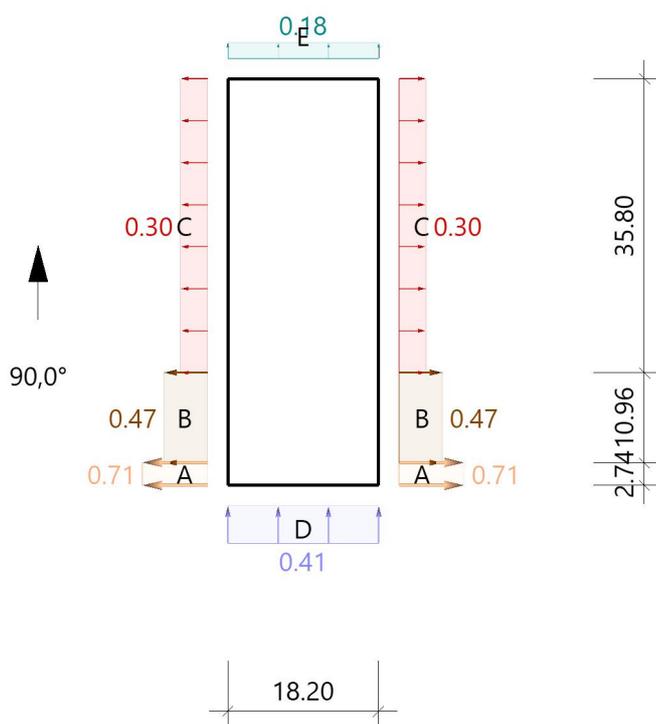
$$\Delta A_{li}/A_{li} = 0.00 \% \quad \Delta A_{re}/A_{re} = 0.00 \% \quad \Delta A_{vo}/A_{vo} = 0.00 \% \quad \Delta A_{hi}/A_{hi} = 0.00 \%$$

$$\delta_{li} = 0.000 \quad \delta_{re} = 0.000 \quad \delta_{vo} = 0.000 \quad \delta_{hi} = 0.000$$

Keine dominante Seite vorhanden., $\delta_{A,tot}=0.0\%$

Windinnendruck muss nicht berücksichtigt werden!

Grafik, 90°, Schnitt durch die Wände



Lasteinzugsfläche für die grafische Darstellung = 10.00 m²

Windlasten auf die Attika werden nach EN 1991-1-4, 7.2.3(3) Anm.2 wie auf freistehende Wände nach 7.4 erm

Tabelle, 90°, Schnitt durch die Wände

Referenzeinflußbreite	e = 13.70 m	hp/h = 0.096	
Verhältnis	h/d = 0.126	h/b = 0.343	d/b = 2.720

Bereich	Bauteil	$C_{pe,10+}$	$C_{pe,10-}$	$C_{pe,1+}$	$C_{pe,1-}$	$W_{e,10+}$ [kN/m ²]	$W_{e,10-}$ [kN/m ²]	$W_{e,1+}$ [kN/m ²]	$W_{e,1-}$ [kN/m ²]	l_x [m]	l_y [m]
D	¹ Wand vorne	0.70	0.00	1.00	0.00	0.41	0.00	0.59	0.00	18.20	
E	Wand hinten	0.00	-0.30	0.00	-0.50	0.00	-0.18	0.00	-0.30	18.20	
A	Wand links ²	0.00	-1.20	0.00	-1.40	0.00	-0.71	0.00	-0.83		2.74
B	Wand links ²	0.00	-0.80	0.00	-1.10	0.00	-0.47	0.00	-0.65		10.96
C	Wand links ²	0.00	-0.50	0.00	-0.50	0.00	-0.30	0.00	-0.30		35.80

Alle Werte sind charakteristische Werte.

1 : für die luvseitige Wand gilt die Bezugshöhe z_e nach Bild 7.4

2 : Wand rechts enthält die gleichen Werte

Windinnendruck, Gebäude Geschlossen

unter der Voraussetzung, daß max 1 Wand Öffnungen > 30% enthält.

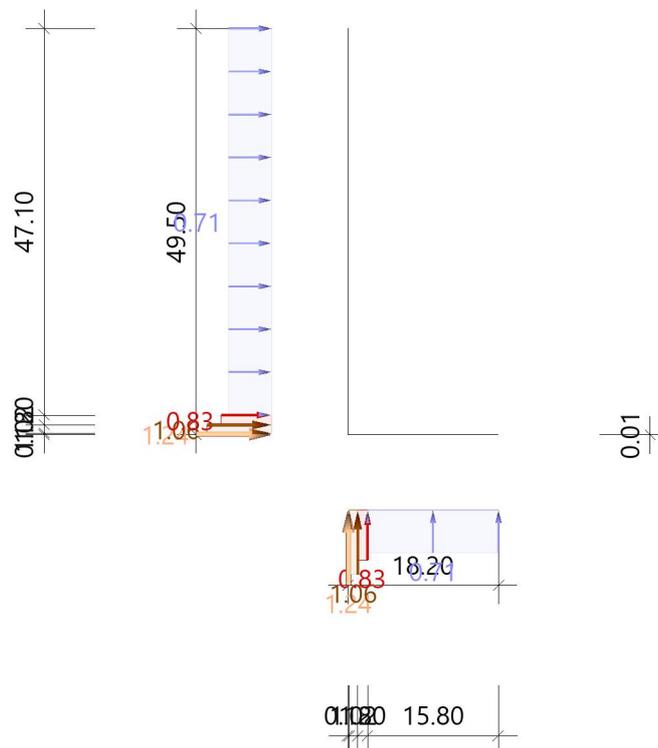
$$\Delta A_{li}/A_{li} = 0.00 \% \quad \Delta A_{re}/A_{re} = 0.00 \% \quad \Delta A_{vo}/A_{vo} = 0.00 \% \quad \Delta A_{hi}/A_{hi} = 0.00 \%$$

$$\delta_{li} = 0.000 \quad \delta_{re} = 0.000 \quad \delta_{vo} = 0.000 \quad \delta_{hi} = 0.000$$

Keine dominante Seite vorhanden., $\delta_{A,tot}=0.0\%$

Windinnendruck muss nicht berücksichtigt werden!

Grafik, Attika



Tabelle, Attika

Wand $l/h = 30.33$ $l_A = 0.18$ m $l_B = 1.02$ m $l_C = 1.20$ m $l_D = 15.80$ m
 Schenkel $l/h = 82.50$ $l_A = 0.18$ m $l_B = 1.02$ m $l_C = 1.20$ m $l_D = 47.10$ m

Bauteil	Bereich	C_{p+}	C_{p-}	w_+ [kN/m ²]	w_- [kN/m ²]
Wand	A	2.10	-2.10	1.24	-1.24
	B	1.80	-1.80	1.06	-1.06
	C	1.40	-1.40	0.83	-0.83
	D	1.20	-1.20	0.71	-0.71
Schenkel	A	2.10	-2.10	1.24	-1.24
	B	1.80	-1.80	1.06	-1.06
	C	1.40	-1.40	0.83	-0.83
	D	1.20	-1.20	0.71	-0.71

Alle Werte sind charakteristische Werte.

Windlastermittlung Innendruck Fahrzeughalle

Lasten aus Wind und Schnee (x64) LWS+ 02/23A (FRILO R-2023-2/P03)

Basiswerte

Land Deutschland
Wind-Norm DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12

Gemeinde 09648 Mittweida
Geländehöhe hNN = 274.00 m

Windzone 2

Geländekategorie Mischkategorie Binnenland

(Eine Gemeindezuordnung ist in den Schnee- und Windnormen nicht rechtsverbindlich geregelt!)

Beiwerte

Faktor für Schneetraulast $k = 0.40$

Geometrie Windinnendruck

Gebäudehöhe $h = 5.80$ m

Gebäudebreite $b = 11.00$ m

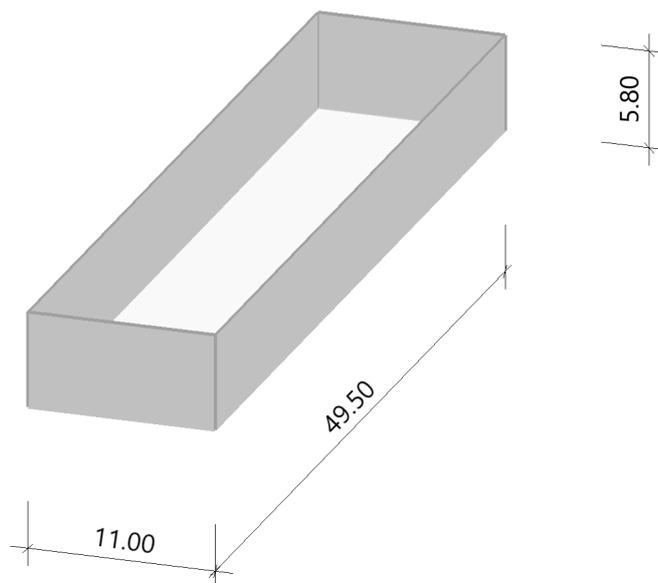
Gebäuelänge $l = 49.50$ m

Allseitig geschlossen mit folgenden Wandteilöffnungen:

Öffnungen $\Delta A_{li} = 0.00$ m² $\Delta A_{re} = 115.20$ m²

$\Delta A_1 = 0.00$ m² $\Delta A_2 = 0.00$ m²

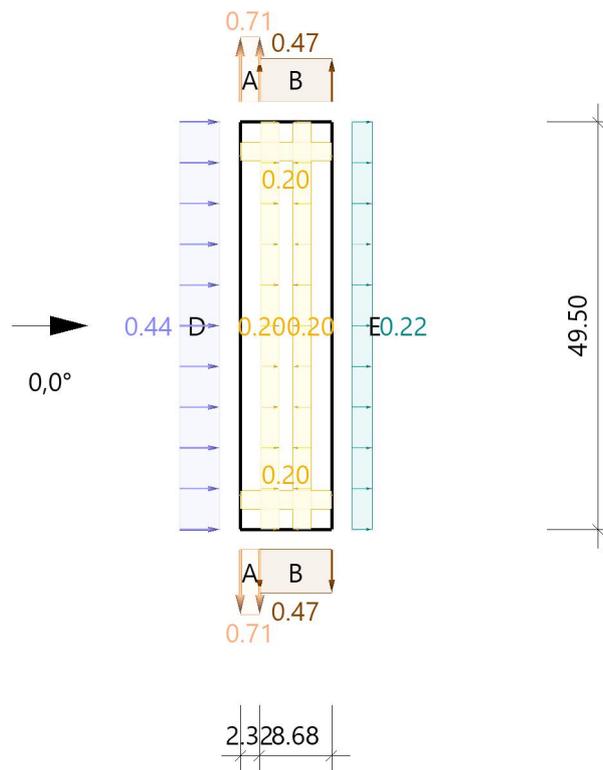
Grafik



Lasten

Basiswindgeschwindigkeit	$v_{b0} = 25.0 \text{ m/s}$
Basisgeschwindigkeitsdruck	$q_{b0} = 0.39 \text{ kN/m}^2$
Referenzhöhe	$z_e = 5.80 \text{ m}$
Geschwindigkeitsstaudruck	$q_{p,0}(h) = 0.59 \text{ kN/m}^2$
Geschwindigkeitsstaudruck	$q_{p,90}(h) = 0.59 \text{ kN/m}^2$

Grafik, 0° , Schnitt durch die Wände



Lasteinzugsfläche für die grafische Darstellung = 10.00 m^2

Tabelle, 0° , Schnitt durch die Wände

Referenzeinflußbreite	$e = 11.60 \text{ m}$		
Verhältnis	$h/d = 0.527$	$h/b = 0.117$	$d/b = 0.222$

Bereich	Bauteil	C _{pe,10+}	C _{pe,10-}	C _{pe,1+}	C _{pe,1-}	We _{e,10+} [kN/m ²]	We _{e,10-} [kN/m ²]	We _{e,1+} [kN/m ²]	We _{e,1-} [kN/m ²]	l _x [m]	l _y [m]
D	¹ Wand links	0.74	0.00	1.00	0.00	0.44	0.00	0.59	0.00		49.50
E	Wand rechts	0.00	-0.37	0.00	-0.50	0.00	-0.22	0.00	-0.30		49.50
A	Wand vorne ²	0.00	-1.20	0.00	-1.40	0.00	-0.71	0.00	-0.83	2.32	
B	Wand vorne ²	0.00	-0.80	0.00	-1.10	0.00	-0.47	0.00	-0.65	8.68	

Alle Werte sind charakteristische Werte.

¹ : für die luvseitige Wand gilt die Bezugshöhe z_e nach Bild 7.4

² : Wand hinten enthält die gleichen Werte

Windinnendruck, Gebäude Geschlossen

unter der Voraussetzung, daß max 1 Wand Öffnungen > 30% enthält.

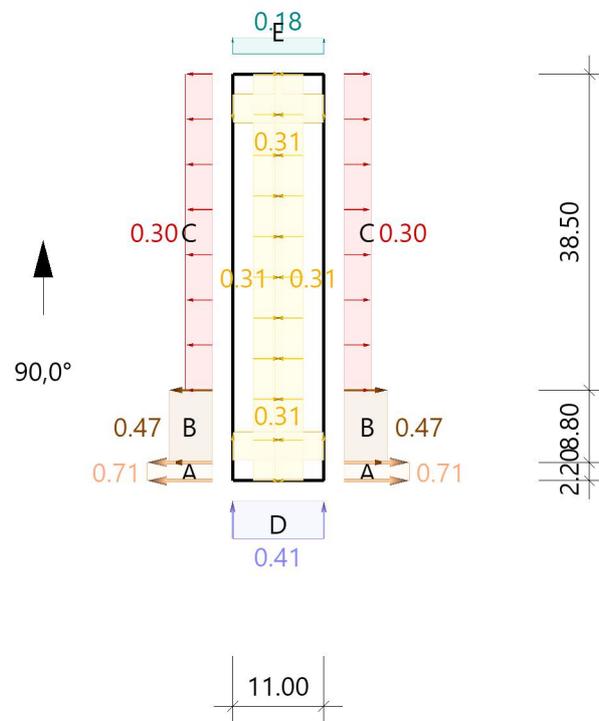
$$\begin{aligned} \Delta A_{li}/A_{li} &= 0.00 \% & \Delta A_{re}/A_{re} &= 40.13 \% & \Delta A_{vo}/A_{vo} &= 0.00 \% & \Delta A_{hi}/A_{hi} &= 0.00 \% \\ \delta_{li} &= 0.000 & \delta_{re} &= 999.000 & \delta_{vo} &= 0.000 & \delta_{hi} &= 0.000 \end{aligned}$$

Rechte Seite ist dominant.

Bereich	μ	C _{pe,10+}	C _{pi,10+}	C _{pi,10-}	W _{i,10+} [kN/m ²]	W _{i,10-} [kN/m ²]
innen	0.90	-0.37	0.00	-0.34	0.00	-0.20

Alle Werte sind charakteristische Werte.

Grafik, 90°, Schnitt durch die Wände



Lasteinzugsfläche für die grafische Darstellung = 10.00 m²

Tabelle, 90°, Schnitt durch die Wände

Referenzeinflußbreite $e = 11.00 \text{ m}$

Verhältnis

 $h/d = 0.117$ $h/b = 0.527$ $d/b = 4.500$

Bereich	Bauteil	$C_{pe,10+}$	$C_{pe,10-}$	$C_{pe,1+}$	$C_{pe,1-}$	$W_{e,10+}$ [kN/m ²]	$W_{e,10-}$ [kN/m ²]	$W_{e,1+}$ [kN/m ²]	$W_{e,1-}$ [kN/m ²]	l_x [m]	l_y [m]
D	¹ Wand vorne	0.70	0.00	1.00	0.00	0.41	0.00	0.59	0.00	11.00	
E	Wand hinten	0.00	-0.30	0.00	-0.50	0.00	-0.18	0.00	-0.30	11.00	
A	Wand links ²	0.00	-1.20	0.00	-1.40	0.00	-0.71	0.00	-0.83		2.20
B	Wand links ²	0.00	-0.80	0.00	-1.10	0.00	-0.47	0.00	-0.65		8.80
C	Wand links ²	0.00	-0.50	0.00	-0.50	0.00	-0.30	0.00	-0.30		38.50

Alle Werte sind charakteristische Werte.

¹ : für die luvseitige Wand gilt die Bezugshöhe z_e nach Bild 7.4² : Wand rechts enthält die gleichen Werte

Windinnendruck, Gebäude Geschlossen

unter der Voraussetzung, daß max 1 Wand Öffnungen > 30% enthält.

$\Delta A_{li}/A_{li} = 0.00 \%$

$\Delta A_{re}/A_{re} = 40.13 \%$

$\Delta A_{vo}/A_{vo} = 0.00 \%$

$\Delta A_{hi}/A_{hi} = 0.00 \%$

$\delta_{li} = 0.000$

$\delta_{re} = 999.000$

$\delta_{vo} = 0.000$

$\delta_{hi} = 0.000$

Rechte Seite ist dominant.

Bereich	μ	$C_{pe,10+}$	$C_{pi,10+}$	$C_{pi,10-}$	$W_{i,10+}$ [kN/m ²]	$W_{i,10-}$ [kN/m ²]
innen	0.90	-0.58	0.00	-0.53	0.00	-0.31

Alle Werte sind charakteristische Werte.

Schneelasten PV-Anlage Fahrzeughalle

Lasten aus Wind und Schnee (x64) LWS+ 01/23B (FRILO R-2023-1/P02)

Basiswerte

Land Deutschland
Schnee-Norm DIN EN 1991-1-3/NA:2019-04
Gemeinde 09648 Mittweida
Geländehöhe hNN = 274.00 m
Klimaregion Zentral-Ost
Schneezone 2
(Eine Gemeindezuordnung ist in den Schnee- und Windnormen nicht rechtsverbindlich geregelt!)

Beiwerte

Faktor für Schneetraulast $k = 0.40$

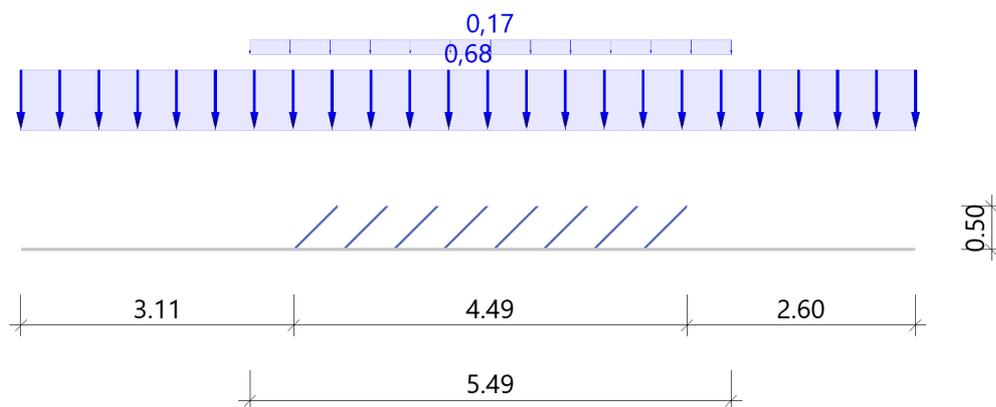
Geometrie Photovoltaik

Höhe $h = 0.50$ m
Länge PV-Anlage $l_1 = 4.49$ m
Breite PV-Anlage $b = 49.50$ m
Abstand links $x_l = 3.11$ m
Abstand rechts $x_r = 2.60$ m

Lasten

Bodenschneelast $s_k = 0.85$ kN/m²

Grafik



Tabelle

Sit	μ_5	μ_1	S_5 [kN/m ²]	S_1 [kN/m ²]	ΔS_5 [kN/m ²]	L_s [m]
P/T	1.00	0.80	0.85	0.68	0.17	5.49

Alle Werte sind charakteristische Werte.

Sit: P/T=persistent/transient, excp=exceptional

1.4.3 Außergewöhnliche Lasten

Anpralllasten aus Fahrzeugverkehr

Für die straßenseitigen EG-Bauteile wird der Anprall konstruktiv (Bordstein, Gehweg) verhindert.

Für die Bauteile im Bereich der Toreinfahrt wird auf der sicheren Seite liegend ein Fahrzeuganprall für Pkw > 30 kN gemäß DIN EN 1991-1-7/NA wie folgt berücksichtigt:

$$\text{Last aus NFZ-Anprall > 30 kN in Fahrtrichtung} \quad F_d = 100,0 \text{ kN}$$

$$\text{Last aus NFZ-Anprall > 30 kN orthogonal zur Fahrtrichtung} \quad F_d = 100,0 \text{ kN}$$

Eine Lastweiterleitung der Anpralllasten in die Gründungsbauteile wird aufgrund der ausreichend hohen Vertikallasten nicht berücksichtigt.

Für die Mauerwerkswände innerhalb der Fahrzeughalle werden Anpralllasten in Absprache mit Bauherr und Objektplanung nur für die Rückwand (Fahrtrichtung) vermindert berücksichtigt. Dabei wird von einem Anprall eines Fahrzeugs (ca. 3,5 t) mit 50 kN auf einer Breite von 2,0 m ausgegangen (Krankentransport / Rettungswagen). Die Last ist angelehnt an die Kategorie „mit PKW befahrene Verkehrsflächen“.

$$\text{Last aus RTW-Anprall mit geringer Geschwindigkeit = 35 kN in Fahrtrichtung} \quad F_d = 50,0 \text{ kN} / 2,0 \text{ m}$$

$$F_d = 25,0 \text{ kN/m}$$

Wasseranstau im Havariefall

Im Havariefall kann es auf dem Flachdach des Sozialtrakts zu einem Wasseranstau von 20 cm Höhe kommen.

Daraus ergibt sich eine außergewöhnliche Einwirkung von:

$$0,20 \text{ m} \times 10 \text{ kN/m}^3 = 2,00 \text{ kN/m}^2$$

Brand

Für die tragenden Bauteile erfolgt der Nachweis für Brandbeanspruchung gemäß Brandschutznachweis, siehe 1.3 „Feuerwiderstand“.

Erdbeben

Das betreffende Bauvorhaben liegt innerhalb Erdbebenzone 0 und damit in einem Gebiet mit sehr geringer Seismizität. Zudem ist das Bauwerk grundsätzlich hinsichtlich seiner Struktur (geringe Höhe, übereinander stehende Bauteile, große Anzahl langer Aussteifungswände, keine schwingenden Massen) nicht erdbebenanfällig. Insgesamt müssen die Regelungen nach DIN EN 1998-1/NA:2011-01 daher in diesem Fall nicht angewandt werden.

1.5. Hinweise zur statischen Berechnung

1.5.1 Gliederung und Positionsbezeichnung

Innerhalb der hier vorliegenden statischen Berechnung werden die Positionen geschossweise aufgeführt.

Die Zuordnung der Positionen erfolgt über die Positionspläne (siehe Anlagen).

Die Positionsbezeichnungen erfolgen Geschossweise, unterteilt in Bauteile mit fortlaufender Nummerierung. Das nachfolgend aufgeführte Beispiel beschreibt die Decke über dem EG.

Positionsbezeichnung

EG_DE01	Geschoss/Ebene
EG	Erdgeschoss
OG1	1. Obergeschoss
XX	Ohne Zuordnung/Geschossübergreifend (bspw. Treppenläufe)

Hinweis: Gründung wird in jeweiligem Geschoss geführt.

EG_DE01	Bauteilbezeichnung
DE	Decke/ Deckenbalken
ST	Stütze
UZ	Unterzug
ÜZ	Überzug (inkl. Attika)
WA	Wand
WT	Wandträger
GR	Gründung (Bodenplatte, Einzel- u. Streifenfundamente, Mikropfähle..)
TL	Treppenlauf
TP	Treppenpodest
RB	Ringbalken
DA	Dach (größerer Konstruktionen und Bedarf – PF Pfette; SP Sparren; ...)
DU	Durchstanzen (wenn nicht in Deckenposition enthalten)
KO	Konstruktionselement (Konsole, Rahmen, Stahlbau, ...)
...	...
XX	Ohne Zuordnung

EG_DE01 **Positionsnummer fortlaufend pro Geschoss je Bauteilbezeichnung**

1.5.2 Seitennummerierung

Die Seitennummern werden je Kapitel und Position fortlaufend nummeriert vergeben und befinden sich auf jeder Seite unten rechts.

Die Austauschseiten werden nach dem Alphabet gekennzeichnet, z.B. Seite 1.1.3-001a

Die Einschubseiten werden durch einen Strich getrennt, fortlaufend nummeriert, z.B. 1.1.3-001-1

Werden Austauschseiten ergänzt ergibt sich die Bezeichnung 1.1.3-001a-1

Werden Einschubseiten ausgetauscht ergibt sich die Bezeichnung 1.1.3-001-1a

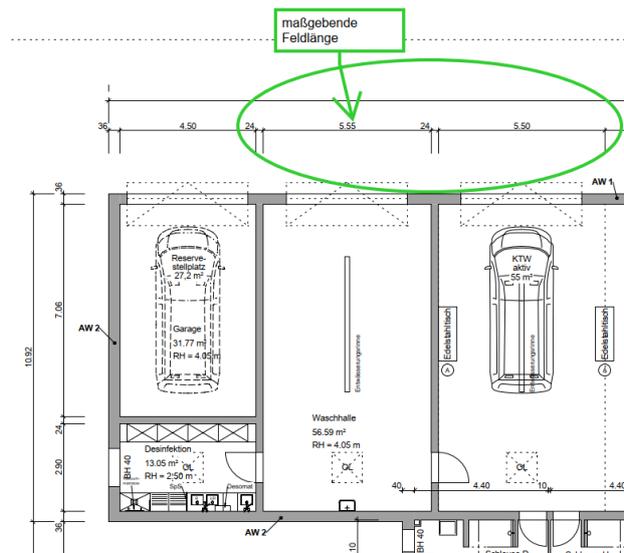
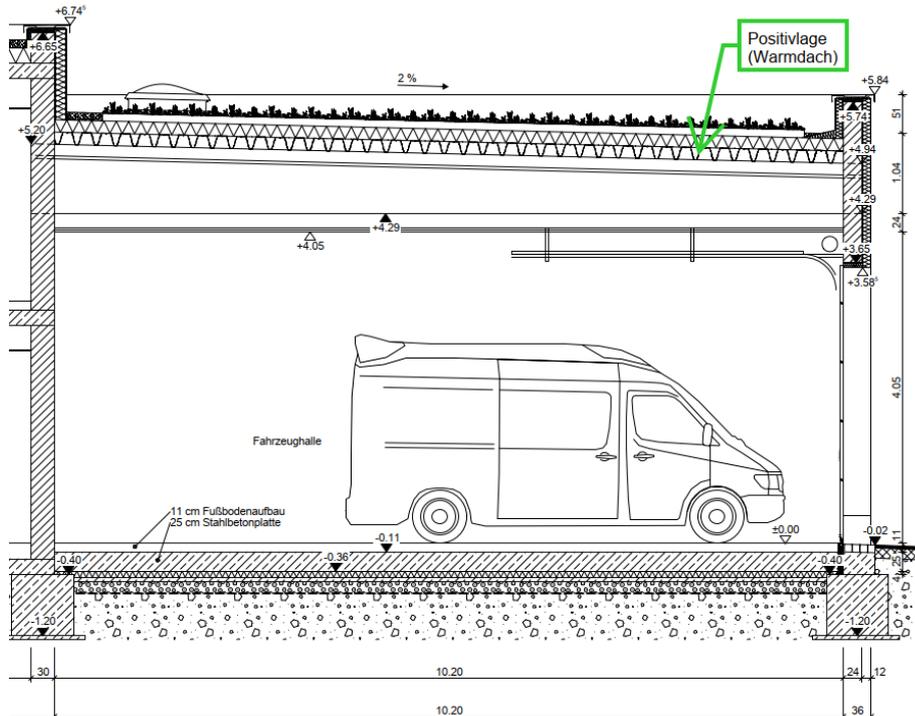
2. Dach

2.1. Trapezblech

Pos. EG_DA01 Trapezblech FZH

Die Dachabdeckung der Fahrzeughalle erfolgt durch ein Trapezblech. Das Trapezblech spannt einachsig in Positivlage und wird im Folgenden als Zweifeldträger bemessen.

Auszug Architekturplan



Geometrie/Material

Stahl / Material	S320GD
Trapezblechtyp	FischerTRAPEZ 165/250 Positivlage (Warmdach) t = 1,25 mm
System	2-Feldträger
Spannweite	l = 4,8 ... 5,8 m
Anschluss Stb.	HTU 60/25/2,5-S -fvz. Schiene Fa. Halfen o.glw. Setzbolzen HSBR 14 der Fa. Ejot o. glw. jede zweite Rippe

Lastannahmen

Lasten gemäß Kapitel Lastannahmen und Lastermittlung. Nicht aufgeführte, zusätzliche Lasten durch Auf- und Einbauten oder angrenzende Bauteile werden als Knoten-, Linien- oder Flächenlasten definiert.

Ständige Lasten:

Eigenlasten Trapezblech		$g_k = 0,20$	kN/m^2
Dachaufbau (ohne Trapezblech)	sh. 1.4.1 „Ständige Lasten“, ausschließlich Dachaufbau	$g_k = 0,80$	kN/m^2

Nutzlasten:

Kiesschüttung		$q_k = 1,50$	kN/m^2
---------------	--	--------------	-----------------

Wind:

Winddruck		$q_k = 0,12$	kN/m^2
Windsog		$q_k = -0,72$	kN/m^2
Windinnendruck		$q_k = -0,39$	kN/m^2

Schnee:

Schnee		$q_k = 0,68$	kN/m^2
Schnee inkl. Schneesack		$q_k = 2,04$	kN/m^2

Bemessung

char. Last andrückend:	$q_k = 0,80 \text{ kN/m}^2 + 1,50 \text{ kN/m}^2 + 0,12 \text{ kN/m}^2 + 2,04 \text{ kN/m}^2 = 4,46 \text{ kN/m}^2$
char. Last abhebend:	$q_k = -1,11 \text{ kN/m}^2$
Spannweiten	$l_1 = 5,8 \text{ m}; l_2 = 5,5 \text{ m}$

Zweifeldträger q_k andrückend

Zwischenauflagerbreite: $b \geq 160$ mm
Endauflagerbreite: $a \geq 40$ mm

t _r [mm]	g [kN/m ²]	L _w [m]	Zelle	Zulässige charakteristische Belastung q _k [kN/m ²] bei einer Stützweite L [m]																								
				3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00	6,25	6,50	6,75	7,00	7,25	7,50	7,75	8,00	8,25	8,50	8,75	9,00		
0,75	0,120	11,35	1	4,13	3,85	3,61	3,40	3,21	2,96	2,74	2,53	2,35	2,18	2,01	1,85	1,71	1,59	1,52	1,46	1,38	1,29	1,21	1,14	1,07	1,01	0,96		
			2	4,13	3,85	3,61	3,40	3,21	2,96	2,74	2,53	2,35	2,18	2,01	1,85	1,71	1,59	1,52	1,46	1,38	1,29	1,21	1,14	1,07	1,01	0,96		
			3	4,13	3,85	3,61	3,40	3,21	2,96	2,74	2,53	2,35	2,18	2,01	1,85	1,71	1,59	1,52	1,46	1,38	1,29	1,21	1,14	1,07	1,01	0,96		
			4	4,13	3,85	3,61	3,40	3,21	2,96	2,74	2,43	2,12	1,85	1,63	1,44	1,28	1,14	1,03	0,92	0,83	0,76	0,69	0,63	0,57	0,53	0,48		

*Zwischenauflagerbreite $b = 60$ mm, Zulässige charakteristische Belastung q_k [kN/m²] bei einer Stützweite L [m]

0,75	0,120	11,35	1	3,58	3,26	2,99	2,74	2,53	2,35	2,18	2,03	1,90	1,78	1,67	1,57	1,48	1,40	1,33	1,25	1,16	1,09	1,02	0,96	0,91	0,85	0,81
0,88	0,141	13,50	1	5,13	4,66	4,25	3,90	3,59	3,32	3,08	2,87	2,69	2,50	2,35	2,20	2,08	1,96	1,85	1,75	1,66	1,57	1,47	1,38	1,30	1,23	1,16
1,00	0,160	15,40	1	6,53	5,92	5,40	4,95	4,55	4,20	3,90	3,62	3,37	3,15	2,95	2,77	2,61	2,46	2,32	2,20	2,08	1,98	1,88	1,77	1,67	1,58	1,49
1,25	0,200	19,40	1	9,75	8,82	8,02	7,32	6,72	6,19	5,72	5,31	4,94	4,60	4,30	4,03	3,79	3,57	3,36	3,18	3,01	2,85	2,70	2,57	2,44	2,33	2,22
1,50	0,240	23,40	1	11,76	10,64	9,67	8,84	8,11	7,47	6,90	6,40	5,95	5,56	5,19	4,87	4,57	4,30	4,06	3,83	3,63	3,44	3,26	3,10	2,95	2,81	2,68

Dreifeldträger

Zwischenauflagerbreite: $b \geq 160$ mm
Endauflagerbreite: $a \geq 40$ mm

t _r [mm]	g [kN/m ²]	L _w [m]	Zelle	Zulässige charakteristische Belastung q _k [kN/m ²] bei einer Stützweite L [m]																								
				3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00	6,25	6,50	6,75	7,00	7,25	7,50	7,75	8,00	8,25	8,50	8,75	9,00		
0,75	0,120	11,35	1	4,13	3,85	3,61	3,40	3,21	3,04	2,89	2,62	2,39	2,18	2,01	1,85	1,71	1,59	1,52	1,46	1,40	1,35	1,30	1,22	1,15	1,08	1,02		
			2	4,13	3,85	3,61	3,40	3,21	3,04	2,89	2,62	2,39	2,18	2,01	1,85	1,71	1,59	1,52	1,46	1,40	1,35	1,30	1,22	1,15	1,08	1,02		
			3	4,13	3,85	3,61	3,40	3,21	3,04	2,89	2,62	2,39	2,18	2,01	1,85	1,68	1,50	1,35	1,21	1,09	0,99	0,90	0,82	0,75	0,69	0,63		
			4	4,13	3,85	3,61	3,40	3,04	2,58	2,22	1,91	1,66	1,46	1,28	1,13	1,01	0,90	0,81	0,73	0,66	0,60	0,54	0,49	0,45	0,41	0,38		

*Zwischenauflagerbreite $b = 60$ mm, Zulässige charakteristische Belastung q_k [kN/m²] bei einer Stützweite L [m]

0,75	0,120	11,35	1	4,13	3,84	3,51	3,24	2,99	2,77	2,58	2,41	2,25	2,11	1,99	1,85	1,71	1,58	1,47	1,37	1,28	1,20	1,13	1,06	1,00	0,94	0,89
0,88	0,141	13,50	1	6,00	5,50	5,03	4,62	4,26	3,94	3,66	3,41	3,18	2,98	2,74	2,53	2,34	2,17	2,01	1,88	1,75	1,64	1,54	1,45	1,37	1,29	1,22
1,00	0,160	15,40	1	7,71	7,00	6,39	5,86	5,40	5,00	4,63	4,31	4,02	3,72	3,42	3,15	2,91	2,70	2,51	2,34	2,19	2,05	1,92	1,81	1,70	1,61	1,52
1,25	0,200	19,40	1	11,55	10,46	9,53	8,72	8,01	7,39	6,79	6,16	5,61	5,13	4,72	4,35	4,02	3,73	3,46	3,30	3,17	3,05	2,94	2,83	2,68	2,53	2,39
1,50	0,240	23,40	1	13,94	12,62	11,50	10,52	9,66	8,91	8,19	7,43	6,77	6,19	5,69	5,24	4,85	4,49	4,18	3,99	3,83	3,68	3,55	3,42	3,24	3,05	2,89

Zelle 1 = Zulässige Belastung ohne Berücksichtigung einer Durchbiegungsbeschränkung
 Zelle 2 = Zulässige Belastung bei einer Durchbiegungsbeschränkung von $f \leq L/150$
 Zelle 3 = Zulässige Belastung bei einer Durchbiegungsbeschränkung von $f \leq L/300$
 Zelle 4 = Zulässige Belastung bei einer Durchbiegungsbeschränkung von $f \leq L/500$

*Die Werte der Zeilen 2 bis 4 gelten jeweils auch für den unteren Teil der Tabelle, wenn sie kleiner sind als die Werte dort in der Zeile 1.
 Lgr = Grenzstützweite, bis zu der das Trapezprofil ohne lastverteilende Maßnahmen begangen werden darf.

FischerTRAPEZ 165/250 Positivlage

t_b [mm]	g [KN/m²]	L_w [m]	St/N	Zulässige charakteristische Belastung q_k [kN/m²] bei einer Stützweite L [m]																						
				3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00	6,25	6,50	6,75	7,00	7,25	7,50	7,75	8,00	8,25	8,50	8,75	9,00
0,75	0,120	11,35	1	3,12	2,89	2,71	2,55	2,41	2,28	2,17	2,07	1,97	1,86	1,71	1,57	1,45	1,35	1,25	1,17	1,09	1,02	0,96	0,90	0,85	0,80	0,76
			2	3,12	2,89	2,71	2,55	2,41	2,28	2,17	2,07	1,97	1,86	1,71	1,57	1,45	1,35	1,25	1,17	1,09	1,02	0,96	0,90	0,85	0,80	0,76
			3	3,12	2,89	2,71	2,55	2,41	2,28	2,17	2,07	1,97	1,86	1,71	1,57	1,45	1,35	1,25	1,17	1,09	1,02	0,96	0,90	0,85	0,80	0,76
0,88	0,141	13,50	1	4,35	4,06	3,80	3,58	3,38	3,20	3,04	2,86	2,61	2,39	2,19	2,02	1,87	1,73	1,61	1,50	1,40	1,31	1,23	1,16	1,09	1,03	0,97
			2	4,35	4,06	3,80	3,58	3,38	3,20	3,04	2,86	2,61	2,39	2,19	2,02	1,87	1,73	1,61	1,50	1,40	1,31	1,23	1,16	1,09	1,03	0,97
			3	4,35	4,06	3,80	3,58	3,38	3,20	3,04	2,86	2,61	2,39	2,19	2,02	1,87	1,73	1,61	1,50	1,40	1,31	1,23	1,16	1,09	1,03	0,96

*Zwischenauflegerbreite $b = 60$ mm, Zulässige charakteristische Belastung q_k [kN/m²] bei einer Stützweite L [m]

t_b [mm]	g [KN/m²]	L_w [m]	St/N	Zulässige charakteristische Belastung q_k [kN/m²] bei einer Stützweite L [m]																						
				3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00	6,25	6,50	6,75	7,00	7,25	7,50	7,75	8,00	8,25	8,50	8,75	9,00
0,75	0,120	11,35	1	3,10	2,89	2,71	2,55	2,41	2,28	2,17	2,07	1,97	1,86	1,71	1,57	1,45	1,35	1,25	1,17	1,09	1,02	0,96	0,90	0,85	0,80	0,76
			2	3,10	2,89	2,71	2,55	2,41	2,28	2,17	2,07	1,97	1,86	1,71	1,57	1,45	1,35	1,25	1,17	1,09	1,02	0,96	0,90	0,85	0,80	0,76
			3	3,10	2,89	2,71	2,55	2,41	2,28	2,17	2,07	1,97	1,86	1,71	1,57	1,45	1,35	1,25	1,17	1,09	1,02	0,96	0,90	0,85	0,80	0,76

t_b [mm]	g [KN/m²]	L_w [m]	St/N	Zulässige charakteristische Belastung q_k [kN/m²] bei einer Stützweite L [m]																						
				3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00	6,25	6,50	6,75	7,00	7,25	7,50	7,75	8,00	8,25	8,50	8,75	9,00
0,75	0,120	11,35	1	3,68	3,34	3,05	2,80	2,58	2,39	2,21	2,07	1,97	1,86	1,71	1,59	1,50	1,41	1,33	1,26	1,20	1,14	1,08	1,03	0,98	0,94	0,90
			2	3,68	3,34	3,05	2,80	2,58	2,39	2,21	2,07	1,97	1,86	1,71	1,59	1,50	1,41	1,33	1,26	1,20	1,14	1,08	1,03	0,98	0,94	0,90
			3	3,68	3,34	3,05	2,80	2,58	2,39	2,21	2,07	1,97	1,86	1,71	1,59	1,50	1,41	1,33	1,26	1,20	1,14	1,08	1,03	0,98	0,94	0,90

*Zwischenauflegerbreite $b = 60$ mm, Zulässige charakteristische Belastung q_k [kN/m²] bei einer Stützweite L [m]

t_b [mm]	g [KN/m²]	L_w [m]	St/N	Zulässige charakteristische Belastung q_k [kN/m²] bei einer Stützweite L [m]																						
				3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00	6,25	6,50	6,75	7,00	7,25	7,50	7,75	8,00	8,25	8,50	8,75	9,00
0,75	0,120	11,35	1	3,10	2,89	2,71	2,55	2,41	2,28	2,17	2,07	1,97	1,86	1,71	1,57	1,45	1,35	1,25	1,17	1,09	1,02	0,96	0,90	0,85	0,80	0,76
			2	3,10	2,89	2,71	2,55	2,41	2,28	2,17	2,07	1,97	1,86	1,71	1,57	1,45	1,35	1,25	1,17	1,09	1,02	0,96	0,90	0,85	0,80	0,76
			3	3,10	2,89	2,71	2,55	2,41	2,28	2,17	2,07	1,97	1,86	1,71	1,57	1,45	1,35	1,25	1,17	1,09	1,02	0,96	0,90	0,85	0,80	0,76

Zeile 1 = Zulässige Belastung ohne Berücksichtigung einer Durchbiegungsbeschränkung
Zeile 2 = Zulässige Belastung bei einer Durchbiegungsbeschränkung von $f \leq L/150$
 Zeile 3 = Zulässige Belastung bei einer Durchbiegungsbeschränkung von $f \leq L/300$
 Zeile 4 = Zulässige Belastung bei einer Durchbiegungsbeschränkung von $f \leq L/500$

*Die Werte der Zeilen 2 bis 4 gelten jeweils auch für den unteren Teil der Tabelle, wenn sie kleiner sind als die Werte dort in der Zeile 1.
 Lgr = Grenzstützweite, bis zu der das Trapezprofil ohne lastverteilende Maßnahmen begangen werden darf.

FischerTRAPEZ 165/250 Negativlage

Nachweis der HTU-Schiene am Zwischenaufleger

Lagesicherheit:

Einwirkungen aus Trapezblech:

$$F_{d, \text{stb}} = 0,9 \times 1,0 \text{ kN/m}^2 \times 5,8 \text{ m} = 5,22 \text{ kN/m}$$

$$F_{d, \text{dstb}} = 1,5 \times (-0,72 + -0,39) \text{ kN/m}^2 \times 5,8 \text{ m} = -9,7 \text{ kN/m}$$

HTU-Schiene:

je Meter Auflager: 1x HTU-60/22/3-D2-FV-300-Sf

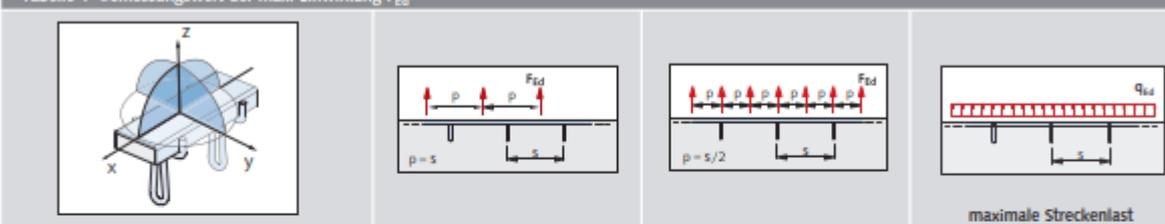
$$F_{Rd} = 15,5 \text{ kN/m}$$

Nachweis HTU-Schiene:

$$F_{z, Ed} = 9,7 \text{ kN/m} - 5,22 \text{ kN/m} = 4,48 \text{ kN/m} < F_{Rd} = 15,5 \text{ kN/m}$$

=> abhebende kann von HTU-Schiene aufgenommen werden

Tabelle 1 Bemessungswert der max. Einwirkung F_{Ed}



Profil HTU	Ankerabstand s [mm]	max. F_{Ed} [kN]	max. F_{Ed} [kN]	maximale Streckenlast q_{Ed} [kN/m]		
60 / 22 / 3	450	p = s	4,6	p = s/2	3,5	15,5
	150		7,0			
60 / 22 / 6	450	p = s	7,0	p = s/2	3,5	15,5
	150		7,0			

$$F_{Ed} = \sqrt{N_{Ed}^2 + F_{xEd}^2 + F_{yEd}^2} < F_{Rd}$$

Beton \geq C20/25

Schrauben:

Setzbolzen HSBR 14 der Fa. Ejot

$$F_{Rd} = 9,5 \text{ kN}$$

1 Setzschraube in jede zweite Rippe

Rippenabstand 250 mm

$$F_{Rd} = 2 \times 9,5 \text{ kN} / 1 \text{ m} = 19 \text{ kN/m}$$

Nachweis Setzschraube:

$$F_{z, Ed} = 9,7 \text{ kN/m} - 5,22 \text{ kN/m} = 4,48 \text{ kN/m} < F_{Rd} = 19 \text{ kN/m}$$

=> abhebende Last wird über HTU-Schiene aufgenommen

Setzbolzen H5BR 14



Querverweise

Kartuschen
Bolzensetzgerät P 560
Leihgerätservice

Anwendungsbereich

- > Zur Befestigung von Stahlprofilblechen auf Stahlunterkonstruktionen ≥ 6 mm
- > Zur Befestigung von Kassetten auf Stahlstützen ≥ 6 mm

Blechdicke [mm]	Querkraft V_{Rk} [kN]	Zugkraft N_{Rk} [kN]
0,63	4,2	5,3
0,75	5,8	6,6
0,88	7,5	7,7
1,00	8,6	8,2
1,13	9,1	9,1
1,25	9,5	9,5
1,50	10,0	10,0
1,75	10,0	10,1
2,00	10,0	10,3
2,50	10,0	10,4
3,00	10,0	10,5

Nachweis der Stahlwinkel am Endauflager

Bemessungslast $F_{Ed} = (1,35 * (0,8 + 0,2) \text{ kN/m}^2 + 1,5 * (0,12 + 1,50 + 2,04) \text{ kN/m}^2) * 5,8 \text{ m} / 2 = 19,8 \text{ kN/m}$

Nachweis der Biegespannung

gewähltes Profil: **L100*10**

Abmessungen	b	100,00 cm	Breite Auflagerfläche
	$h = t_f$	10,0 mm	Bauteildicke
anгр. Kraft	F	20,00 kN	
Hebelarm	a	8,00 cm	Einhaltung max. Hebelarm wird vorausgesetzt
Biegemoment	$M_B = M_{Ed}$	1,60 kNm	
	$W = I / a_{max}$	16,67 cm ³	
Streckgrenze	f_y	235 N/mm ²	
Biegespannung	σ_B	9,60 kN/cm ² = 96,00 N/mm ²	
Widerstandsmoment	$M_{CRd} = W_y * f_y$	3,9167 kNm	
Nachweis:			
$M_{Ed} / M_{CRd} = M_{Ed} / (W * f_y) =$		0,41	< 1,0 Nachweis erfüllt

Nachweis der Verankerung im Beton auf den folgenden Seiten.

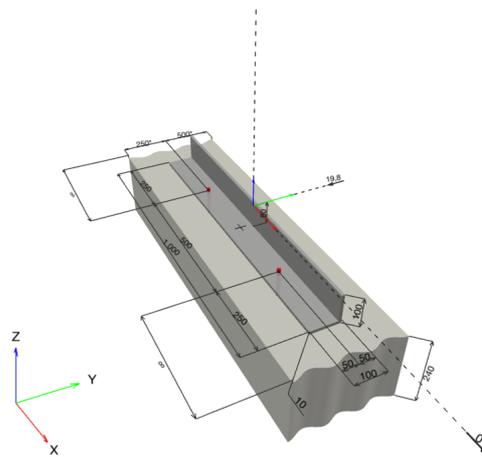

Hilti PROFIS Engineering 3.0.86
www.hilti.de

Firma:	Jäger Ingenieure GmbH	Seite:	1
Adresse:	Wichernstraße 12, 01445 Radebeul	Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Webke Seifert
Tel. Fax:		E-Mail:	w.seifert@jaeger-ingenieure.de
Befestigung:	Beton - 5. Juli 2023	Datum:	05.07.2023
Pos. Nr.:			

Kommentare des Planers:
1 Anker Nachweise
1.1 Eingabedaten

Dübeltyp und Größe:	HSL4 M12_hef1	 
Wiederkehrperiode (Lebensdauer in Jahren):	50	
Artikelnummer:	2237412 HSL4 M12 d18x131 25/-	
Effektive Verankerungstiefe:	$h_{ef} = 80,0 \text{ mm}$	
Werkstoff:	8.8	
Zulassungs-Nr.:	ETA-19/0556	
Ausgestellt Gültig:	02.11.2022 -	
Nachweis:	Bemessungsverfahren EN 1992-4, mechanisch	
Abstandsmontage:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (Kein Abstand); $t = 10,0 \text{ mm}$	
L-Winkel ^{CBFEM} :	$L_1 \times L_2 \times t_{L1} \times t_{L2} \times l = 100,0 \text{ mm} \times 100,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm} \times 1.000,0 \text{ mm}$;	
Lastpunkthöhe:	$h_{pl} = 80,0 \text{ mm}$	
Untergrund:	gerissener Beton, C25/30, $f_{c,cyl} = 25,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 240,0 \text{ mm}$, Benutzerdefinierter Teilsicherheitsbeiwert des Materials $\gamma_c = 1,500$	
Installation:	Bohrloch: hammergebohrt, Installationsbed.: trocken	
Bewehrung:	Keine Bewehrung oder Stababstand $\geq 150 \text{ mm}$ (jeder \emptyset) oder $\geq 100 \text{ mm}$ ($\emptyset \leq 10 \text{ mm}$) Keine Randlängsbewehrung Spaltbewehrung gem. EN 1992-4, 7.2.1.7 (2) b) 2) vorhanden	

^{CBFEM} - Die Dübelberechnung basiert auf einer komponentenbasierten Finite-Elemente-Methode (CBFEM)

Geometrie [mm] & Belastungen [kN, kNm]


Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2023 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

1



Hilti PROFIS Engineering 3.0.86

www.hilti.de

Firma:	Jäger Ingenieure GmbH	Seite:	2
Adresse:	Wichernstraße 12, 01445 Radebeul	Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Webke Seifert
Tel. Fax:		E-Mail:	w.seifert@jaeger-ingenieure.de
Befestigung:	Beton - 5. Juli 2023	Datum:	05.07.2023
Pos. Nr.:			

1.1.1 Lastkombination

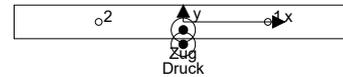
Fall	Beschreibung	Kräfte [kN] / Momente [kNm]	Erdbeben	Feuer	Max. Ausnutzung [%]
1	Kombination 1	N = 0,000; $V_x = 0,000$; $V_y = -19,800$; $M_x = 0,000$; $M_y = 0,000$; $M_z = 0,000$;	nein	keine	80

1.2 Lastfall/Resultierende Dübelkräfte

Resultierende Dübelkräfte [kN]

Normalkraft: +Zug -Druck

Dübel	Normalkraft	Querkraft	Querkraft x	Querkraft y
1	19,254	9,900	0,012	-9,900
2	19,254	9,900	-0,012	-9,900



resultierende Zugkraft in (x/y)=(-0,0/-23,8): 38,508 [kN]

resultierende Druckkraft in (x/y)=(-0,0/-66,6): 41,306 [kN]

Die Dübelkraft wird auf Grundlage einer komponentenbasierten Finite-Elemente-Methode (CBFEM) berechnet

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2023 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.0.86

www.hilti.de

Firma:	Jäger Ingenieure GmbH	Seite:	3
Adresse:	Wichernstraße 12, 01445 Radebeul	Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Webke Seifert
Tel. Fax:		E-Mail:	w.seifert@jaeger-ingenieure.de
Befestigung:	Beton - 5. Juli 2023	Datum:	05.07.2023
Pos. Nr.:			

1.3 Zugbeanspruchung (EN 1992-4, Abschnitt 7.2.1)

	Einwirkung [kN]	Tragfähigkeit [kN]	Ausnutzung β_N [%]	Status
Stahlversagen*	19,254	44,933	43	OK
Betonversagen**	19,254	30,178	64	OK
Spaltversagen**	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.

* ungünstigster Dübel **Dübelgruppe (Dübel unter Zug)

1.3.1 Stahlversagen

$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
67,400	1,500	44,933	19,254

1.3.2 Betonversagen

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]		
57.600	57.600	120,0	240,0	25,00		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	
z [mm]	$\psi_{M,N}$	k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
42,8	1,643	7,700	27,548	1,500	30,178	19,254
Gruppe Dübel-ID						
2						

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2023 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.0.86

www.hilti.de

Firma:	Jäger Ingenieure GmbH	Seite:	4
Adresse:	Wichernstraße 12, 01445 Radebeul	Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Webke Seifert
Tel. Fax:		E-Mail:	w.seifert@jaeger-ingenieure.de
Befestigung:	Beton - 5. Juli 2023	Datum:	05.07.2023
Pos. Nr.:			

1.4 Querbeanspruchung (EN 1992-4, Abschnitt 7.2.2)

	Einwirkung [kN]	Tragfähigkeit [kN]	Ausnutzung β_v [%]	Status
Stahlversagen ohne Hebelarm*	9,900	71,680	14	OK
Stahlversagen mit Hebelarm*	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite**	9,900	49,587	20	OK
Betonkantenbruch, Richtung y-*	19,800	45,565	44	OK

* ungünstigster Dübel **Dübelgruppe (relevante Dübel)

1.4.1 Stahlversagen ohne Hebelarm

$V_{Rk,s}^0$ [kN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
89,600	1,000	89,600	1,250	71,680	9,900

1.4.2 Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k_9	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]	
57.600	57.600	120,0	240,0	2,700	25,00	
$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$\psi_{M,N}$
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	1,000
k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
7,700	27,548	1,500	49,587	9,900		

Gruppe Dübel-ID
2

1.4.3 Betonkantenbruch, Richtung y-

l_f [mm]	d_{nom} [mm]	k_9	α	β	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]	
80,0	18,00	1,700	0,057	0,059	25,00	
c_1 [mm]	$A_{c,v}$ [mm ²]	$A_{c,v}^0$ [mm ²]				
250,0	300.000	281.250				
$\psi_{s,v}$	$\psi_{h,v}$	α_v [°]	$\psi_{a,v}$	$e_{c,v}$ [mm]	$\psi_{ec,v}$	$\psi_{re,v}$
1,000	1,250	0,07	1,000	0,0	1,000	1,000
$V_{Rk,c}^0$ [kN]	k_T	$\gamma_{M,c}$	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
51,260	1,0	1,500	45,565	19,800		

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2023 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

4


Hilti PROFIS Engineering 3.0.86
www.hilti.de

Firma:	Jäger Ingenieure GmbH	Seite:	5
Adresse:	Wichernstraße 12, 01445 Radebeul	Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Webke Seifert
Tel. Fax:		E-Mail:	w.seifert@jaeger-ingenieure.de
Befestigung:	Beton - 5. Juli 2023	Datum:	05.07.2023
Pos. Nr.:			

1.5 Kombinierte Zug- und Querbeanspruchung (EN 1992-4, Abschnitt 7.2.3)

Stahlversagen

β_N	β_V	α	Ausnutzung $\beta_{N,V}$ [%]	Status
0,429	0,138	2,000	21	OK

$$\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha \leq 1,0$$

Betonversagen

β_N	β_V	α	Ausnutzung $\beta_{N,V}$ [%]	Status
0,638	0,435	1,500	80	OK

$$\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha \leq 1,0$$

1.6 Warnungen / Hinweise

- Die Bemessungsmethoden in PROFIS Engineering erfordern starre, unter Belastung eben bleibende Ankerplatten nach den geltenden Vorschriften (ETAG 001 / Anhang C, EOTA TR029 usw.). Dies bedeutet, dass die Lastverteilung auf die Anker aufgrund elastischer Verformungen der Ankerplatte nicht berücksichtigt wird - die Ankerplatte wird als ausreichend steif angenommen, um unter Belastung stets eben zu bleiben. PROFIS Engineering berechnet die minimal erforderliche Ankerplattenstärke mit CBFEM, um die Spannung der Ankerplatte auf der Grundlage der oben erläuterten Annahmen zu begrenzen. Der Nachweis der Gültigkeit der starren Grundplattenannahme erfolgt nicht durch PROFIS Engineering. Die Eingabedaten und Ergebnisse müssen auf Übereinstimmung mit den vorhandenen Bedingungen und auf Plausibilität geprüft werden!
- Die Lasteinleitung in den Untergrund muss gewährleistet sein gemäß EN 1992-4, Anhang A.
- Sofern in der entsprechenden ETA nicht anders angegeben, ist die Bemessung nur gültig, solange der Durchmesser des Loches in der Ankerplatte kleiner ist als die Werte in Tabelle 6.1 der Norm EN 1992-4. Für größere Durchmesser der Durchgangslöcher siehe Abs. 6.2.2 der Norm EN 1992-4.
- Die Liste der Zubehörteile in diesem Bericht ist nur zur Information des Anwenders. Die Setzanweisungen, die mit dem Produkt mitgeliefert werden, sind stets zu beachten, um eine korrekte Installation zu gewährleisten.
- Zur Bestimmung des $\psi_{re,v}$ (Betonkantenbruch) wird die in den Bemessungseinstellungen definierte Mindestbetondeckung als Betondeckung der Randbewehrung verwendet.
- Die Lastübertragung von der Zusatzbewehrung auf das tragende Bauteil ist vom zuständigen Tragwerksplaner zu überprüfen.
- Stellen Sie mit zusätzlicher Bewehrung und nachträglich installierten Dübeln sicher, dass die Bewehrungsstäbe auf der Baustelle nicht durchgebohrt werden.
- Please ensure that the fastening system is statically indetermined
- Die Dübelbemessungsverfahren in PROFIS Engineering erfordern starre Ankerplatten gemäß den geltenden Vorschriften (AS 5216:2018, ETAG 001/Anhang C, EOTA TR029 usw.). Dies bedeutet, dass die Ankerplatte ausreichend steif sein sollte, um eine Lastverteilung auf die Dübel durch elastische/plastische Verschiebungen zu verhindern. Der Anwender akzeptiert, dass die Ankerplatte durch technische Beurteilung als nahezu starr betrachtet wird."
- Die charakteristischen Verbundspannungswerte sind abhängig von der Wiederkehrperiode (Lebensdauer in Jahren): 50

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2023 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.0.86

www.hilti.de

Firma:	Jäger Ingenieure GmbH	Seite:	6
Adresse:	Wichernstraße 12, 01445 Radebeul	Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Webke Seifert
Tel. Fax:		E-Mail:	w.seifert@jaeger-ingenieure.de
Befestigung:	Beton - 5. Juli 2023	Datum:	05.07.2023
Pos. Nr.:			

1.7 Installationsdaten

L-Winkel: $L_1 \times L_2 \times t_{L1} \times t_{L2} \times l = 100,0 \text{ mm} \times 100,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm} \times 1.000,0 \text{ mm}$; Stahl: S 235; $E = 210.000,00 \text{ N/mm}^2$; $f_{yk} = 235,00 \text{ N/mm}^2$

Durchmesser Durchgangsloch: $d_f = 20,0 \text{ mm}$
Plattendicke (Eingabe): 10,0 mm

Bohrmethode: Hammergebohrt
Reinigungsart: Manuelle Reinigung des Bohrloches gemäss
Gebrauchsanweisung ist erforderlich.

Dübeltyp und Größe: HSL4 M12_hef1

Artikelnummer: 2237412 HSL4 M12 d18x131 25/-/-

Maximales Montagedrehmoment: 60 Nm

Durchmesser Bohrloch im Untergrund: 18,0 mm

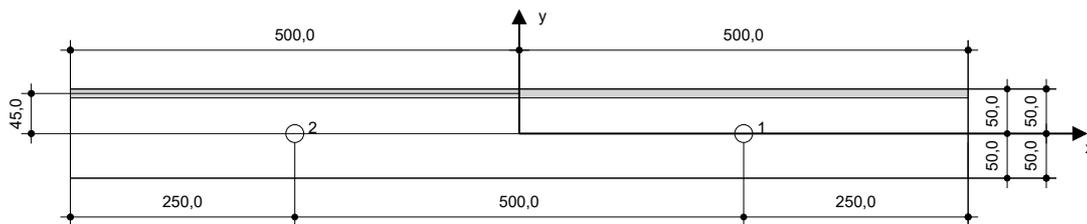
Bohrlochtiefe im Untergrund: 105,0 mm

Minimale Bauteildicke gem. ETA: 160,0 mm

Hilti HSL4 Spreizanker mit 80 mm Verankerungstiefe, M12_hef1, Stahl galvanisiert, Installation gemäß ETA-19/0556

1.7.1 Erforderliches Zubehör

Bohren	Reinigen	Installieren
<ul style="list-style-type: none"> • Geeigneter Hammerbohrer • Hammerbohrer geeigneten Durchmessers 	<ul style="list-style-type: none"> • Hand Ausblaspumpe 	<ul style="list-style-type: none"> • Hilti SIW 6AT-A22 + SI AT-A22 • Drehmomentschlüssel • Hammer



Koordinaten Dübel [mm]

Dübel	x	y	c _x	c _{+x}	c _y	c _{+y}
1	250,0	0,0	-	-	250,0	500,0
2	-250,0	0,0	-	-	250,0	500,0

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2023 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

**Hilti PROFIS Engineering 3.0.86**www.hilti.de

Firma:	Jäger Ingenieure GmbH	Seite:	7
Adresse:	Wichernstraße 12, 01445 Radebeul	Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Webke Seifert
Tel. Fax:		E-Mail:	w.seifert@jaeger-ingenieure.de
Befestigung:	Beton - 5. Juli 2023	Datum:	05.07.2023
Pos. Nr.:			

2 Überprüfung der Ankerplattensteifigkeit**2.1 Eingabedaten**

Ankerplatte:	Fixpunkt-Winkel: Höhe = 100,0 mm, Breite = 100,0 mm, Dicke = 10,0 mm, Länge = 1.000,0 mm Berechnung: Überprüfung der Ankerplattensteifigkeit Werkstoff: S 235; $F_y = 235,00 \text{ N/mm}^2$; $\epsilon_{lim} = 5,00\%$
Dübeltyp und -größe:	HSL4 M12_hef1, $h_{ef} = 80,0 \text{ mm}$
Dübelsteifigkeit:	Der Dübel wird unter Berücksichtigung von Federsteifigkeitswerten modelliert, die anhand von einem unabhängigen Labor geprüften Lastwechselkurven ermittelt wurden. Bitte beachten Sie, dass ein einfacher Austausch des Dübels nicht möglich ist, da die Dübelsteifigkeit einen großen Einfluss auf die Lastverteilung hat.
Bemessungsverfahren:	Bemessung auf EN-Basis Verwendung der Komponenten-basierten FEM
Abstandsmontage:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (Keine Abstandsmontage); $t = 10,0 \text{ mm}$
Untergrund:	Gerissener Beton; C25/30; $f_{c,cyl} = 25,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 240,0 \text{ mm}$; $E = 31.000,00 \text{ N/mm}^2$; $G = 12.916,67 \text{ N/mm}^2$; $\nu = 0,20$
Netzweite:	Anzahl der Elemente am Rand: 8 Min. Größe des Elements: 10,0 mm Max. Größe des Elements: 50,0 mm

2.2 Klassifizierung der Ankerplatte

Für die entscheidenden Lastkombinationen werden die Ergebnisse unten angezeigt: Kombination 1

Dübel-Zugkräfte	Gleichwertige biegesteife Ankerplatte (CBFEM)	wirklichkeitsnahe Ankerplattenbemessung (CBFEM)
Dübel 1	18,994 kN	19,254 kN
Dübel 2	18,994 kN	19,254 kN

Der Anwender ist damit einverstanden, die ausgewählte Ankerplatte nach seinem technischen Urteil als biegesteif zu betrachten. Das bedeutet, dass die Bemessungsvorgaben für Dübel angewendet werden können.

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2023 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

**Hilti PROFIS Engineering 3.0.86**www.hilti.de

Firma:	Jäger Ingenieure GmbH	Seite:	8
Adresse:	Wichernstraße 12, 01445 Radebeul	Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Webke Seifert
Tel. Fax:		E-Mail:	w.seifert@jaeger-ingenieure.de
Befestigung:	Beton - 5. Juli 2023	Datum:	05.07.2023
Pos. Nr.:			

2.3 Warnungen / Hinweise

- Durch die Verwendung der Funktion zur wirklichkeitsnahen Berechnung in PROFIS Engineering könnten Sie außerhalb der geltenden Bemessungsregeln arbeiten wenn Ihre vorgegebene Ankerplatte nicht biegesteif zubetrachten ist. Bitte lassen Sie die Ergebnisse von einem professionellen Planer und/oder Statiker prüfen, um die Eignung und Angemessenheit für Ihre spezifischen rechtlichen und projektspezifischen Anforderungen sicherzustellen.
- Der Dübel wird unter Berücksichtigung von Federsteifigkeitswerten modelliert, die anhand von einem unabhängigen Labor geprüften Lastwechselkurven ermittelt wurden. Bitte beachten Sie, dass ein einfacher Austausch des Dübels nicht möglich ist, da die Dübelsteifigkeit einen großen Einfluss auf die Lastverteilung hat.

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2023 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

8



Hilti PROFIS Engineering 3.0.86

www.hilti.de

Firma:	Jäger Ingenieure GmbH	Seite:	9
Adresse:	Wichernstraße 12, 01445 Radebeul	Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Webke Seifert
Tel. Fax:		E-Mail:	w.seifert@jaeger-ingenieure.de
Befestigung:	Beton - 5. Juli 2023	Datum:	05.07.2023
Pos. Nr.:			

3 Zusammenfassung der Ergebnisse

	Lastkombination	Max. Auslastung	Status
Dübel	Kombination 1	80%	OK

Nachweis der Verankerung: OK!

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2023 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

9


Hilti PROFIS Engineering 3.0.86
www.hilti.de

Firma:	Jäger Ingenieure GmbH	Seite:	10
Adresse:	Wichernstraße 12, 01445 Radebeul	Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Webke Seifert
Tel. Fax:		E-Mail:	w.seifert@jaeger-ingenieure.de
Befestigung:	Beton - 5. Juli 2023	Datum:	05.07.2023
Pos. Nr.:			

4 Hinweise; Ihre Mitwirkungsverpflichtungen

- Sämtliche in den Programmen enthaltenen Informationen und Daten beziehen sich ausschließlich auf die Verwendung von Hilti-Produkten und basieren auf den Grundsätzen, Formeln und Sicherheitsbestimmungen gem. den technischen Anweisungen und Bedienungs-, Setz- und Montageanleitungen usw. von Hilti, die vom Anwender strikt eingehalten werden müssen. Sämtliche enthaltenen Werte sind Durchschnittswerte; daher sind vor Anwendung des jeweiligen Hilti-Produkts stets einsatzspezifische Tests durchzuführen. Die Ergebnisse der mittels der Software durchgeführten Berechnungen beruhen maßgeblich auf den von Ihnen einzugebenden Daten. Sie tragen daher die alleinige Verantwortung für die Fehlerfreiheit, Vollständigkeit und Relevanz der von Ihnen einzugebenden Daten. Sie sind weiterhin alleine dafür verantwortlich, die erhaltenen Ergebnisse der Berechnung vor der Verwendung für Ihre spezifische(n) Anlage(n) durch einen Fachmann überprüfen und freigeben zu lassen, insbesondere hinsichtlich der Konformität mit geltenden Normen und Zulassungen. Die Software dient lediglich als Hilfsmittel zur Auslegung von Normen und Zulassungen ohne jegliche Gewährleistung auf Fehlerfreiheit, Richtigkeit und Relevanz der Ergebnisse oder Geeignetheit für eine bestimmte Anwendung.
- Sie haben alle erforderlichen und zumutbaren Maßnahmen zu ergreifen, um Schäden durch die Software zu verhindern oder zu begrenzen. Insbesondere müssen Sie für die regelmäßige Sicherung von Programmen und Daten sorgen sowie regelmäßig ggf. von Hilti angebotene Updates der Software durchführen. Sofern Sie nicht die AutoUpdate-Funktion der Software nutzen, müssen Sie durch manuelle Updates über die Hilti-Website sicherstellen, dass Sie jeweils die aktuelle und somit gültige Version der Software verwenden. Soweit Sie diese Verpflichtung schuldhaft verletzen, haftet Hilti nicht für daraus entstehende Folgen, insbesondere nicht für die Wiederbeschaffung verlorener oder beschädigter Daten oder Programme.

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2023 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

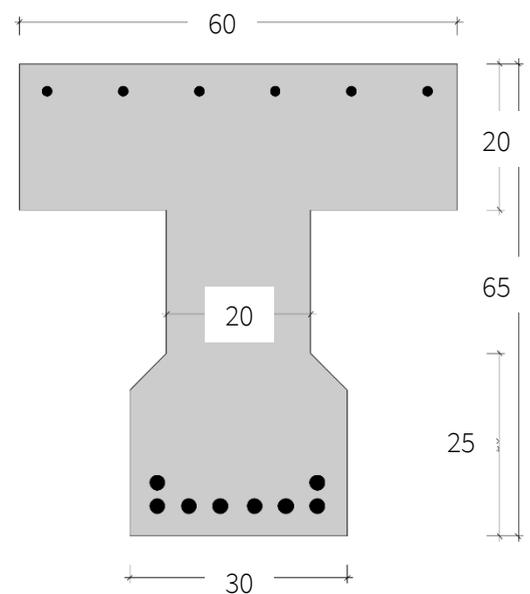
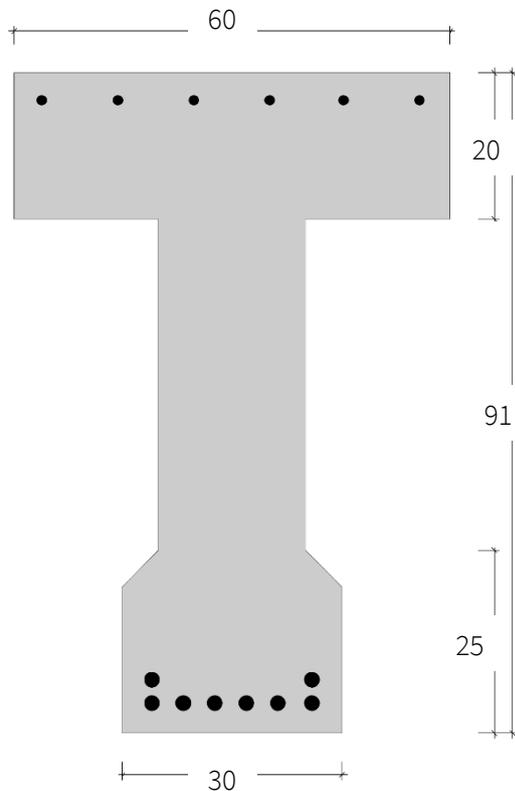
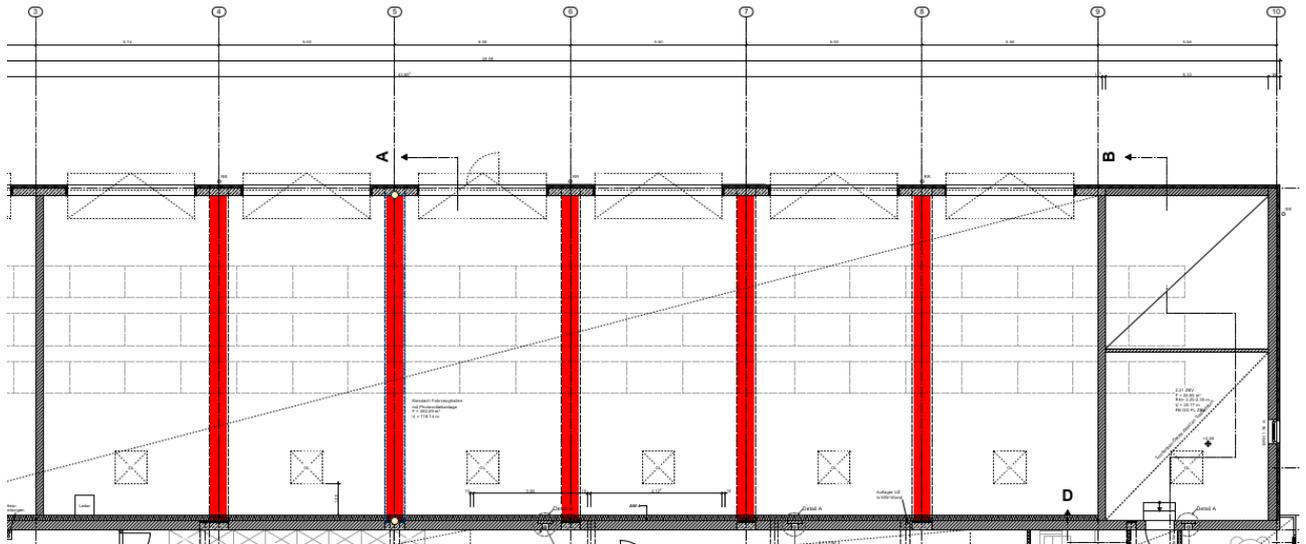
10

2.2. Binder Fahrzeughalle

Pos. EG_DA02 Betondachbinder

Es folgt die Bemessung des oben genannten Dachbinders der Fahrzeughalle. Dieser Dachbinder wird fünf Mal ausgeführt. Er liegt zum einen auf den Stahlbetonstützen zwischen den Torausfahrten sowie auf der Trennwand zum Sozialtrakt auf.

Auszug Architekturplan



Geometrie/Material

Stahlbeton	Oben + unten C25/30	XC3, WF;	w = 0,30 mm
Betonstahl	B500		
Betondeckung	$c_{nom} = 3,5$ cm		
Abmessungen	h = 65 bis 91 cm		
	b = 20 bis 60 cm		
	Auflagerbreite = 20 cm		
Bewehrung oben	6 Ø14		
Bewehrung unten	8 Ø20		
Bügelbewehrung	Ø8/15 cm		
Lage- und Kippsicherung	Gabellager: Lagesicherung Dorn 1 Ø20 (L = 15 + 2 + 15 = 32 cm) auf Calenberg Elastomerlager 20 mm, Dorntasche in Stb-Wand Ø50 mm 2 x Vergussöffnungen Ø50 mm in Obergurt, nachträglicher Verguss \geq C25/30 Konsolaufleger: 1 Ø20 + 1x Hüllwellrohr Ø50mm (mittig angeordnet)		
Brandschutz	F30; $d_1 \geq 3,0$ cm		

Lastannahmen

Lasten gemäß Kapitel Lastannahmen und Lastermittlung. Eigenlasten des Trägers werden programmintern berücksichtigt.

Ständige Lasten:

Eigenlasten Dachaufbau (l = 3,1 m + 2,6 m)	$g_k = 1,0 \text{ kN/m}^2 \times 5,5 \text{ m} \times 1,25 =$	6,9	kN/m
Eigenlast Dach mit PV-Anlage (l = 4,485m)	$g_k = 1,0 \text{ kN/m}^2 \times 5,5 \text{ m} \times 1,25 =$	6,9	kN/m
Rolltor l = 4 m	$g_k = 0,5 \text{ kN/m}^2 \times 5,5 \text{ m} =$	2,8	kN/m

Veränderliche Lasten:

Unterhanglast (abgehängte Decke)	$q_k = 0,5 \text{ kN/m}^2 \times 5,5 \text{ m} =$	2,8	kN/m
Kiesschüttung	$q_k = 1,5 \text{ kN/m}^2 \times 5,5 \text{ m} \times 1,25 =$	10,3	kN/m
Windlasten	$w_k = 0,12 \text{ kN/m}^2 \times 5,5 \text{ m} \times 1,25 =$	0,85	kN/m
Schneelasten	$s_k = 0,68 \text{ kN/m}^2 \times 5,5 \text{ m} \times 1,25 =$	4,7	kN/m
Schnee PV-Anlage	$s_k = 0,85 \text{ kN/m}^2 \times 5,5 \text{ m} \times 1,25 =$	5,9	kN/m
Schnee inkl. Schneesack	$s_k = 2,04 \text{ kN/m}^2 \times 5,5 \text{ m} \times 1,25 =$	14,0	kN/m

Länge Schneekeil: $l_s = 5,0$ m

Verformungen

Die maximal zulässige Verformung beträgt $l/250$.

Bemessung

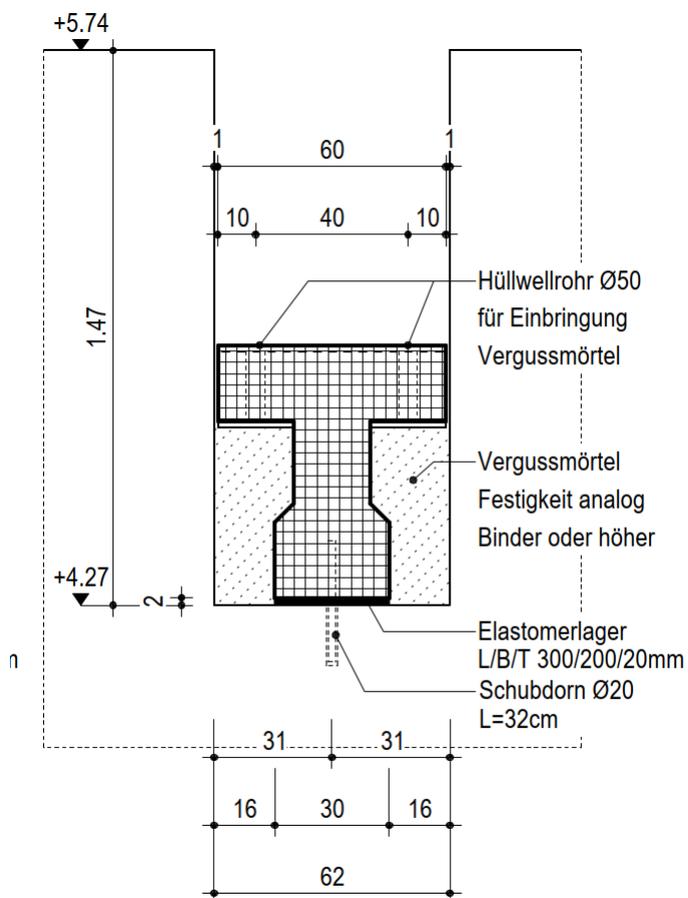
Alle GZT und GZG Nachweise gemäß nachfolgendem Frilo-Ausdruckprotokoll.

Bauzustände

Aufgrund der einseitigen Auflast der Trapezbleche während der Einbauphasen wird im Folgenden ein Nachweis für die bauzeitliche Kippsicherung, sowie der ausreichenden Querkraft- und Torsionstragfähigkeit des Binders geführt.

Gabellager in Achse A

Die Auflagerung (Toreinfahrt) wird folgendermaßen ausgeführt:



Konsolauflager Achse B

$$F_{Ed} = 1,35 \times (6,9 \text{ kN/m} / 2) + 1,5 \times (4,7 \text{ kN/m} / 2) = 8,2 \text{ kN/m}$$

(Eigenlasten + Schnee halbseitiges Trapezblech)

$$M_{T,Ed} = 8,2 \text{ kN/m} \times (0,6 \text{ m} / 2) = 2,5 \text{ kNm/m}$$

(Torsionsmoment)

$$M_{Ed} = 2,5 \text{ kNm/m} \times 10,5 \text{ m} / 2 = 13,2 \text{ kNm}$$

(Kippmoment auf Auflager)

erf. Bewehrung:

$$a = 12,5 \text{ cm}$$

(innerer Hebelarm)

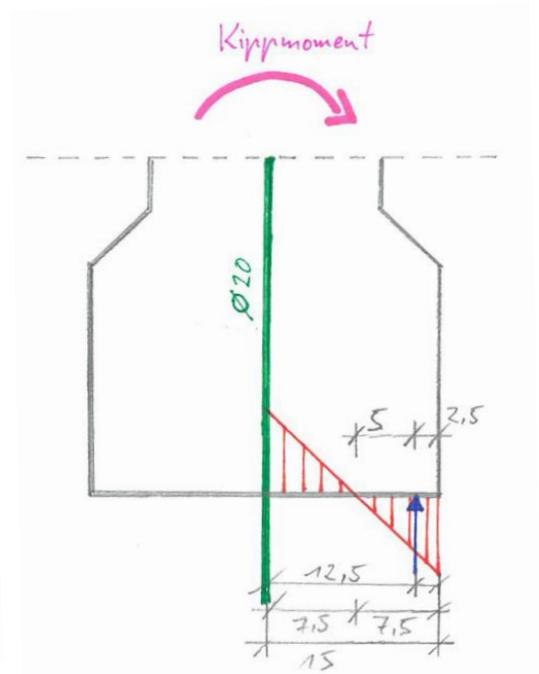
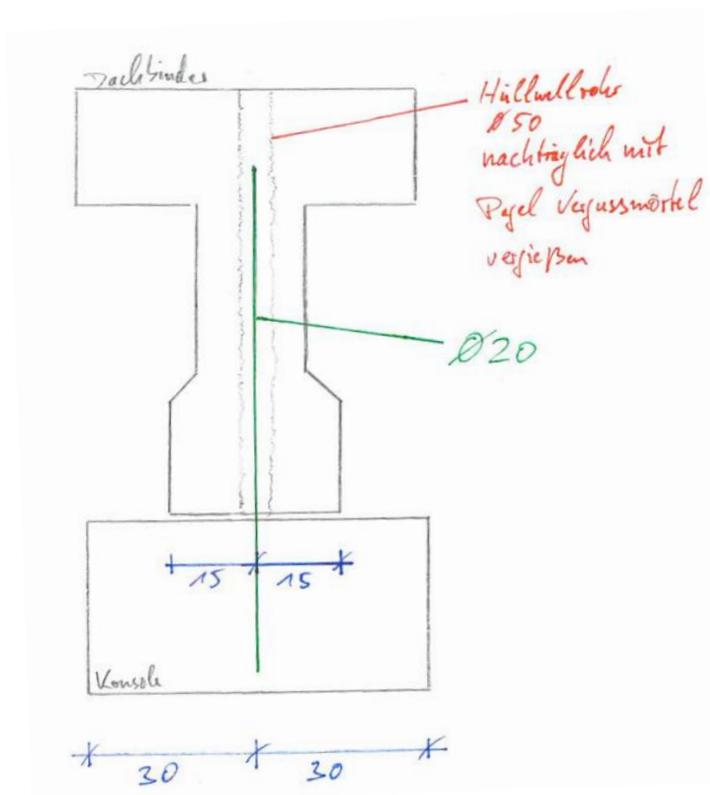
$$A_{s,erf} = 13,2 \text{ kNm} / 0,125 \text{ m} / 43,5 \text{ kN/cm}^2 = 2,3 \text{ cm}^2$$

$$< 3,14 \text{ cm} = \text{Ø}20$$

erf. Verankerungslänge:

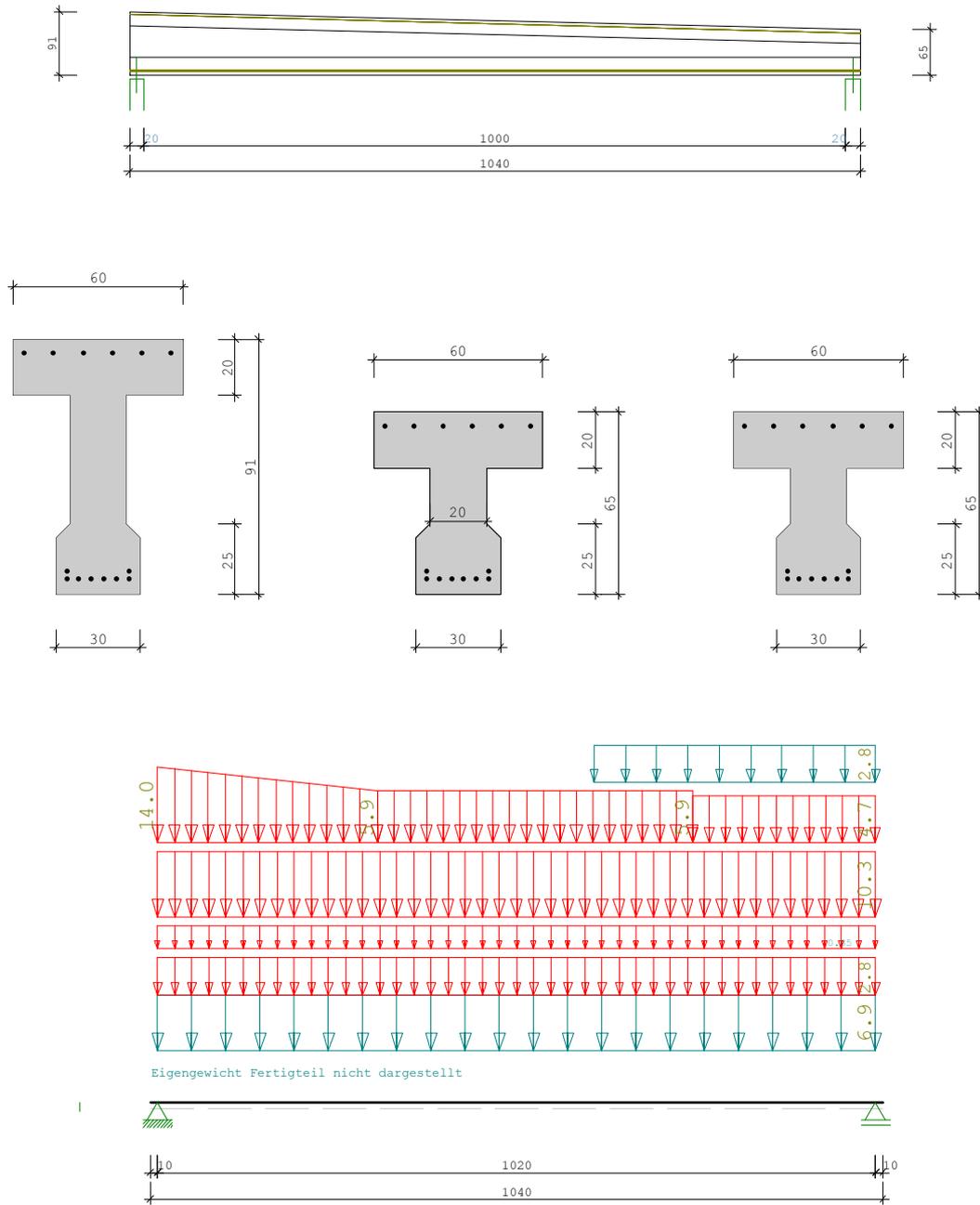
$$l_{b,erf} = l_{b,min} = 0,3 \times 81 \text{ cm} = 24,3 \text{ cm}$$

$$> l_{b,min} = 10 \times 2 \text{ cm} = 20 \text{ cm}$$



EG_DA02 Dachbinder Stahlbeton mit Durchdringung

Spannbettbinder B8 02/2023 (FRILO R-2023-2/P04)



System:

Pulldachbinder

Grundeinstellungen:

Lastkombinatorik: DIN EN 1990/NA:2010-12 + EN 1990:2002/AC:2010

GZT: Nachweise für Tragsicherheit (STR)

ständige/vorübergehende Bemessungssituation mit Gleichung 6.10

Bemessungsnorm: DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 + EN 1992-1-1:2004 /AC:2010

Vorspannung mit sofortigen Verbund

Systemgeometrie:

Gesamtlänge L = 10.40 m Stützweite L1 = 10.20 m

Überstand links L0 = 0.10 m rechts L2 = 0.10 m

Binderhöhe:

links H1 = 91.0 cm rechts H3 = 65.0 cm

Verhältnis Spannweite zu Binderhöhe:

$L1/H2 = 15.69$

Querschnitt Fertigteil:

Querschnittsschichten von oben nach unten			
Nr	Breite [cm]	Abstand [cm]	Bemerkung
1	60.0	0.0	
2	60.0	20.0	
3	20.0	20.0	Steganfang
4	20.0	40.0	Stegende
5	30.0	45.0	
6	30.0	65.0	

Obergurthöhe über Binderlänge konstant

Material:

Betonstahl:

	Längsbewehrung		Bügelbewehrung
	B500B		B500B
$E_s =$	200000 N/mm ²	$E_s =$	200000 N/mm ²
$f_{yk} =$	500 N/mm ²	$f_{yk} =$	500 N/mm ²
$f_{tk} =$	540 N/mm ²	$f_{tk} =$	540 N/mm ²
$\epsilon_{uk} =$	50.0 ‰	$\epsilon_{uk} =$	50.0 ‰
$\epsilon_{ud} =$	25.0 ‰	$\epsilon_{ud} =$	25.0 ‰

Teilsicherheitsbeiwerte:

$\gamma_s =$	1.15	$\gamma_s =$	1.15
--------------	------	--------------	------

zulässige Spannungen im GZG:

$\sigma_s \leq$	400 N/mm ²	$\sigma_s \leq$	400 N/mm ² (0.80 * f_{yk})
-----------------	-----------------------	-----------------	------------------------------------------

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

	oben	unten
Betonangriff	WF	WF
Bewehrungskorrosion	XC3	XC3
Mindestbetonklasse	C 20/25	C 20/25
Bügel	$d_{s,b} = 8$ mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 14$ mm	$d_{s,l} = 20$ mm
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 15$ mm	$\Delta C_{dev} = 15$ mm
Bügel	$c_{min,b} = 20$ mm	$c_{min,b} = 20$ mm
Betondeckung	$c_{nom,b} = 35$ mm	$c_{nom,b} = 35$ mm
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 20$ mm	$c_{min,l} = 20$ mm
Betondeckung	$c_{nom,l} = 43$ mm *1	$c_{nom,l} = 43$ mm *1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 35$ mm	$c_{v,b} = 35$ mm
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.30$ mm	$w_{max} = 0.30$ mm

*1: mit $c_{min,b}$

Beton:

Fertigteil

	C 25/30	
$f_{ck} =$	25.00 N/mm ²	
$\alpha_{cc} =$	0.85	
$f_{ctk0.05} =$	1.80 N/mm ²	
$\alpha_{ct} =$	0.85	
$\gamma =$	25.00 kN/m ³	Wichte
$E_{cm} =$	31000 N/mm ²	
$\alpha_E =$	1.00	Beiwert E-Modul
$G_{cm} =$	12400 N/mm ²	

Teilsicherheitsbeiwerte:

$$\gamma_c = 1.50$$

zulässige Spannungen im GZG:

$$\text{seltene LK } \sigma_c \geq -15.00 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{q.ständ.LK } \sigma_c \geq -11.25 \text{ N/mm}^2$$

Kriechzahl und Schwindmaß

keine Wärmebehandlung, $t_0T = t_0$

Zement Festigkeitsklasse 32,5R;42,5

 $\rho = 0.5$ (Alterungsbeiwert)Bezugspunkt für t_0 ist der Beginn der Betonage des Fertigteil

Kriechabschnitt	t_0 Tage	LF. %
Lagerung	3	70
Nutzung Ftl.	180	50

Zl.	Abschnitt	Teil- querschnitt	t_0	t	α	$t_{0,eff}$ B.9	β_{t_0} B.5	β_H B.8	$\beta_{c(t,t_0)}$ B.7	ϕ_{RH} B.3	$\beta(f_{cm})$ B.4	$\phi(t,t_0)$ B.1
1	Lagerung	Ftl	3.0	180.0	0	3.0	0.74	525.5	0.66	1.54	2.92	2.21
2	Nutzung Ftl.	Ftl	180.0	26000.0	0	3.0	0.74	514.1	0.33	1.89	2.92	1.36

Zl.	A [cm ²]	U [cm]	h ₀ [cm]	$\beta_{ds}(t_0,ts)$	$\beta_{ds}(t,ts)$ 3.10	β_{RH} B.12	$\epsilon_{cd,0}$ B.11	β_{as} 3.13	$\epsilon_{ca}/10e6$ 3.12	$\epsilon_{cs}(t,t_0)$ [‰]
1	2325.00	264.1	176.0	0.000	0.655	1.02	384.5	0.93	37.50	0.258
2	2325.00	264.1	176.0	0.655	0.996	1.36	512.1	1.00	37.50	0.158

Lasten:

Eigengewicht

Binderanfang $g_{11} = 7.11 \text{ kN/m}$ Binderende $g_{12} = 5.81 \text{ kN/m}$ Gesamtgewicht $G = 67.2 \text{ kN}$ Betonvolumen $V = 2.69 \text{ m}^3$ Schalungsfläche $A = 24.45 \text{ m}^2$

Einheiten: Einzellast[kN] Einzelmoment[kNm] Linienlast[kN/m]												
Feld	Typ	g_{li}	q_{li}	Abst. a [m]	g_{re}	q_{re}	Länge [m]	Fakt	Ew.	Zus.	Alt.	Pos.
1	1	6.90	2.80					1.00	5	0	0	PV
1	4	2.80	0.00	6.20	2.80	0.00	4.00	1.00	5	0	0	Tor
1	1	0.00	0.85					1.00	9	0	0	Wind
1	4	0.00	14.00	0.00	0.00	5.90	3.12	1.00	10	0	0	SSack
1	4	0.00	5.90	3.12	0.00	5.90	4.49	1.00	10	0	0	Sk PV

Einheiten: Einzellast[kN] Einzelmoment[kNm] Linienlast[kN/m]												
Feld	Typ	gli	qli	Abst. a [m]	gre	qre	Länge [m]	Fakt	Ew.	Zus.	Alt.	Pos.
1	4	0.00	4.70	7.60	0.00	4.70	2.60	1.00	10	0	0	Sk
1	1	0.00	10.30					1.00	5	0	0	Kies

Lasttyp: 1 = Gleichlast, 2 = Einzellast bei a, 3 = Einzelmoment bei a
4 = Trapezlast von a, 5 = Dreieckslast über L

Einwirkungen:

Ew.	γ_Q	ψ_0	ψ_1	ψ_2	Abh.	Kat.	Bezeichnung
5	1.50	1.00	0.90	0.80	1	E	Lagerräume
9	1.50	0.60	0.20	0.00	0	W	Windlasten
10	1.50	0.50	0.20	0.00	0	S	Schnee bis NN +1000m

Schlaffe Bewehrung:

Lage Nr.	An- zahl	Durchm. $\Phi_{s,l}$ [mm]	Fläche As [cm ²]	Abst. UK Ys [cm]	wirksamer Bereich von xA [m]	bis xE [m]	Typ
1	2	20	6.28	8.0	0.00	10.40	UK
2	6	20	18.85	5.3	0.00	10.40	UK
3	6	14	9.24	60.0	0.00	10.40	OK

xA und xE bezüglich des linken Binderanfanges
UK= parallel Unterkante, OK= parallel Oberkante

Einstellungen für Nachweis der Querkrafttragfähigkeit

Auflagerbreite, Abstand Auflagerkante, Nutzhöhe an der Auflagerlinie
links $b_{Al} = 0.20$ m $a_l = 0.10$ m $d_{Al} = 0.84$ m
rechts $b_{Ar} = 0.20$ m $a_r = 0.10$ m $d_{Ar} = 0.59$ m
Für Schubbewehrung nicht maßgebende Bereiche um Auflager A und B:
 $x_{aRe} = 0.94$ m direkte Auflagerung (Auflagerbreite/2 + Nutzhöhe)
 $x_{bLi} = 0.69$ m direkte Auflagerung (Auflagerbreite/2 + Nutzhöhe)

Nachweis der Begrenzung der Verformung:

Durchhang	$f \leq L/250$	Zuwachsdurchbiegung	$ df \leq L/500$
Kragarm links	$f \leq 0.1$ cm		$ df \leq 0.1$ cm
Feld	$f \leq 4.1$ cm		$ df \leq 2.0$ cm
Kragarm rechts	$f \leq 0.1$ cm		$ df \leq 0.1$ cm

quasi- ständige Kombination und wirksame Vorspannung (char. Wert)

Verformung infolge Schwinden berücksichtigt

Zugversteifung: Bauteilsteifigkeit, seltene Kombination

ERGEBNISSE (Zusammenfassung)

Auflagerkräfte (t = Unendlich):

Einheiten: alle [kN] G:ständ., Q:veränd., V: Summe					
Auflagerpunkt	G	<-----char. Werte----->		<---GZT(PT)--->	
		min Q	max Q	min V	max V
A (links)	72.14	-0.00	112.17	72.14	263.04
B (rechts)	76.65	0.00	99.80	76.64	250.57

maximales Feldmoment im Einbauzustand (char. Wert):

$$MF = = 447.61 \text{ kNm} \quad \text{bei } x = = 5.20 \text{ m}$$

Erforderliche Schubbewehrung:

Stütze A: $asw = 2.78 \text{ cm}^2/\text{m}$

Stütze B: $asw = 4.78 \text{ cm}^2/\text{m}$

Übersicht krit. Schnitte

gewähltes Grundraster: 20 Schnitte

Nachweisgröße		Extremwert	Ausnutzung	x [m]
Tragf. Biegung unten	$\eta =$	1.17	0.85	5.31
Tragf. Biegung oben	$\eta =$	----	----	----
Zugkraftdeckung unten	$\eta =$	1.17	0.85	6.02
Zugkraftdeckung oben	$\eta =$	----	----	----
Ftl.: Drucksp. t0(Lag)	$\sigma_c =$	-2.38 N/mm ²	0.16	5.85
Ftl.: Drucksp. selt.LK	$\sigma_c =$	-7.72 N/mm ²	0.51	5.91
Betonstahlspannung	$\sigma_s =$	282.4 N/mm ²	0.71	5.74
Riss MinAs+AsDuk unten A	AsMin =	6.2 cm ²	0.25	0.04
Riss.MinAs+AsDuk oben A	AsMin =	7.1 cm ²	0.77	0.04
Rissbreite unten	wk =	0.08 mm	0.28	5.80
Rissbreite oben	wk =	--- mm	----	----
Durchhang oben	fo =	-0.1 cm	0.03	10.40
Durchhang unten	fu =	3.2 cm	0.79	5.47
Zuwachsdurchbieg. (Nut.)	df =	1.7 cm	0.84	5.47
Ftl.: Schubbeweh.(Steg)	asw =	4.78 cm ² /m	1.00	9.61
Druckstreben tragfähigkeit	$\eta =$	1.89	0.53	10.20

---- Nachweis nicht erforderlich

**** Nachweis nicht geführt

Ftl.: Fertigteil Erg.: Ortbetonergänzung

EZ : Einbauzustand BZ : Bauzustand

AsDuk:Duktilitätsbewehrung

Grenze lineares Kriechen, informativ:		Extremwert	Ausnutzung	x [m]
Ftl.: lin. Krie. t0(Lag)	$\sigma_c =$	-2.38 N/mm ²	0.21	5.85
Ftl.: Drucksp. q-st.LK	$\sigma_c =$	-5.61 N/mm ²	0.50	6.02

Zugspannungen Zustand I, informativ:		Extremwert	Ausnutzung	x [m]
Ftl.: Zugspann. (Ez)	$\sigma_t =$	10.87 N/mm ²	4.24	5.97
Ftl.: Zugspann. (Bz)	$\sigma_t =$	2.05 N/mm ²	1.29	5.86

Querkrafttragfähigkeit

x [m]	V _{Ed} [kN]	V _{Ed,red} [kN]	cot Θ	z [cm]	asw,Steg [cm ² /m]	η =V _{Rd,max} /V _{Ed}
0.20	256.9	----	2.36*	77.2	2.78	2.29
0.55	238.9	----	2.36*	76.3	2.78	2.44
1.04	214.3	214.3	2.36	75.1	2.78	2.67
1.09	211.8	211.8	2.39	75.0	2.72	2.68
1.64	185.0	185.0	2.72	73.6	2.13	2.74
2.19	159.0	159.0	3.00	72.2	1.69	2.90
2.74	133.9	133.9	2.65	70.9	1.64	3.72
3.28	114.6	114.6	2.31	69.5	1.64	4.70
3.83	90.4	90.4	1.86	68.1	1.64	6.68
4.38	65.8	65.8	1.38	66.8	1.64	10.24
4.93	40.8	40.8	1.00	65.4	1.64	17.02
5.47	10.8	10.8	1.00	64.0	1.64	62.74
6.02	19.0	19.0	1.00	62.7	1.64	35.04
6.57	46.3	46.3	1.06	61.3	1.64	14.03
7.12	74.9	74.9	1.75	59.9	1.64	7.31
7.66	104.3	104.3	2.49	58.6	1.64	4.12
8.21	130.8	130.8	3.00	57.2	1.75	2.79
8.76	161.0	161.0	2.34	55.8	2.84	2.66
9.31	191.9	191.9	1.99	54.4	4.07	2.42
9.61	209.2	209.2	1.88	53.7	4.78	2.26
9.85	223.1	----	1.88*	53.1	4.78	2.10
10.20	243.8	----	1.88*	52.2	4.78	1.89

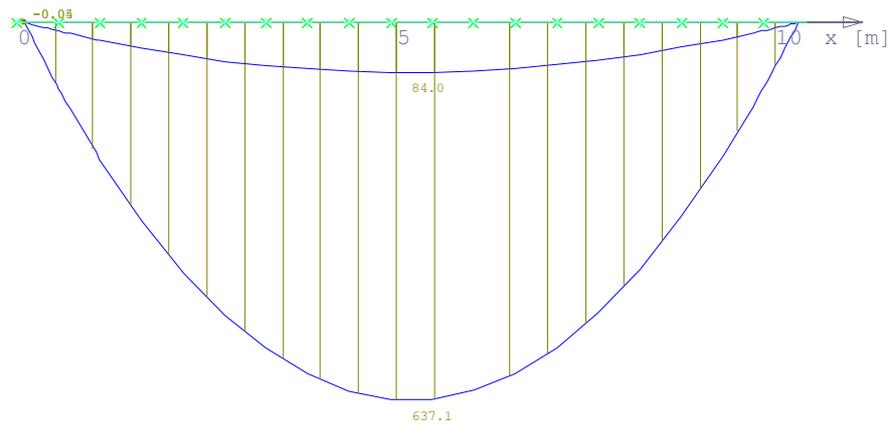
---- Nachweis nicht erforderlich

**** Nachweis nicht geführt

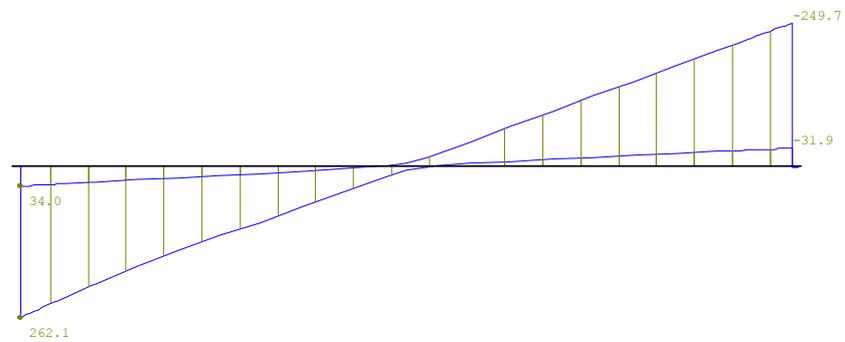
*: Übernahme vom letzten Bemessungsschnitt

Schnittkräfte

- max MEd aus äusseren Lasten (PT)
- min MEd aus äusseren Lasten (PT)
- × Moment aus Vorspannung, t= tA Lagerung
- + Moment aus Vorspannung, t= tE Nutzung

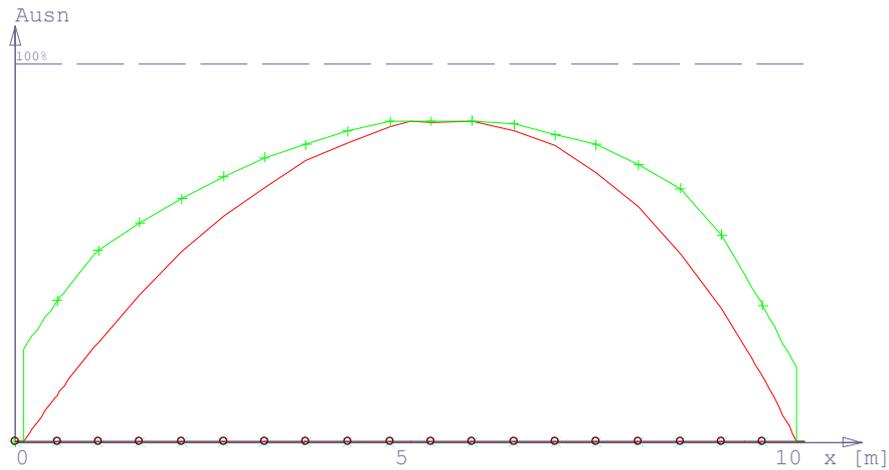


- max VEd aus äusseren Lasten (PT)
- min VEd aus äusseren Lasten (PT)



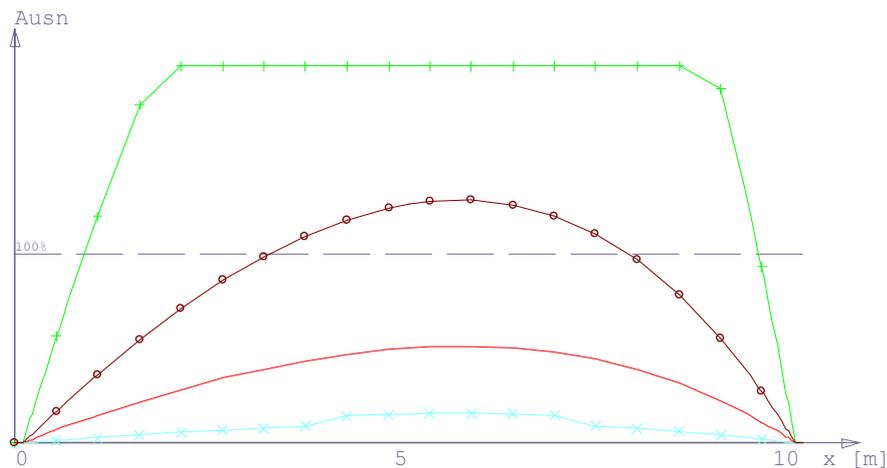
Biegetragfähigkeit (Bruchsicherheit)

—	Tragf. Biegung	unten	$\eta = 1,17$	$x = 5,31$ m
×	Tragf. Biegung	oben	$\eta = \text{entf.}$	$x = 0,00$ m
+	Zugkraftdeckung	unten	$\eta = 1,17$	$x = 6,02$ m
○	Zugkraftdeckung	oben	$\eta = \text{entf.}$	$x = 0,00$ m



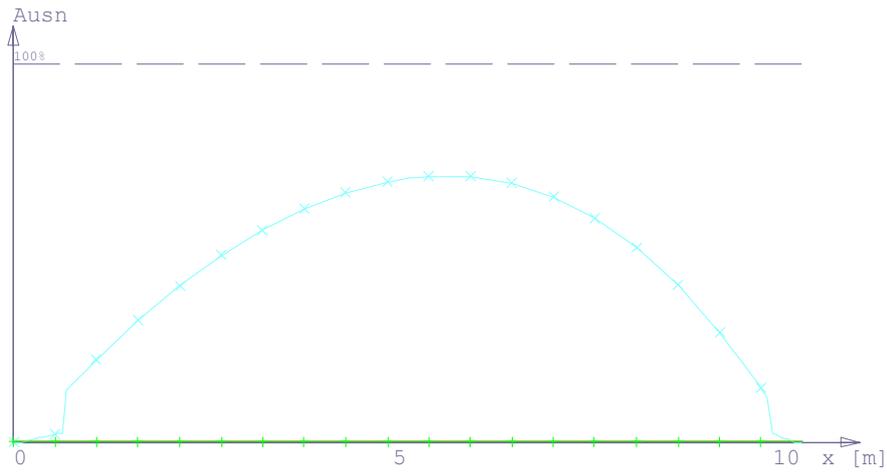
Betonrandspannungen Fertigteil

—	Ftl.: Drucksp.	selt.LK	$\sigma_c = -7,72$ N/mm ²	$x = 5,91$ m
×	Ftl.: Drucksp.	t0(Lag)	$\sigma_c = -2,38$ N/mm ²	$x = 5,85$ m
+	Ftl.: Zugspann.	(Ez)	> 100% Zustand II, nur informativ	
○	Ftl.: Zugspann.	(Bz)	> 100% Zustand II, nur informativ	



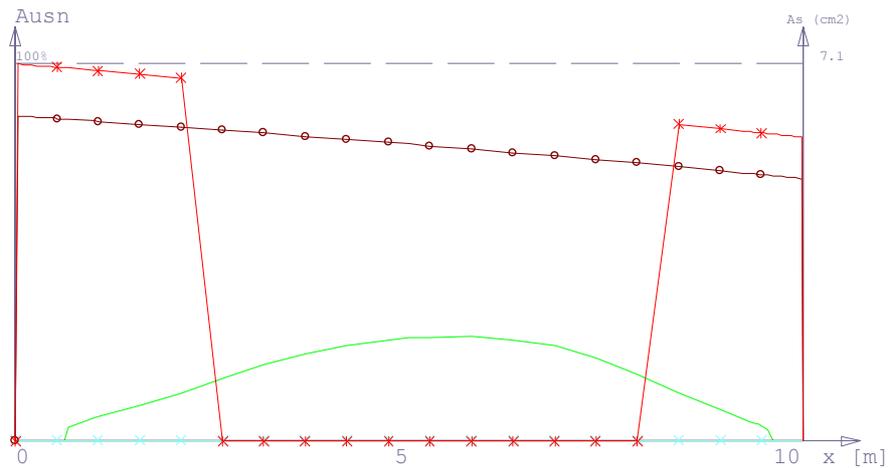
Stahlspannungen

- Spannstahlspannung $\sigma_{p,Sk} = \text{entf.}$ $x = 0,00 \text{ m}$
- × Betonstahlspannung $\sigma_s = 282,4 \text{ N/mm}^2$ $x = 5,74 \text{ m}$
- + Spannstahlspannung $\sigma_{p,Qk} = \text{entf.}$ $x = 0,00 \text{ m}$



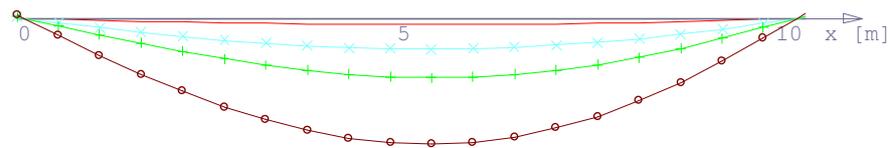
Rissbreitenbegrenzung

- Rissbreite unten $w_k = 0,08 \text{ mm}$ $x = 5,80 \text{ m}$
- × Rissbreite oben $w_k = \text{entf.}$ $x = 0,00 \text{ m}$
- Riss.MinAs+AsDuk unten $As_{Min} = 6,16 \text{ cm}^2$ $x = 0,04 \text{ m}$
- * Riss.MinAs+AsDuk oben $As_{Min} = 7,14 \text{ cm}^2$ $x = 0,04 \text{ m}$



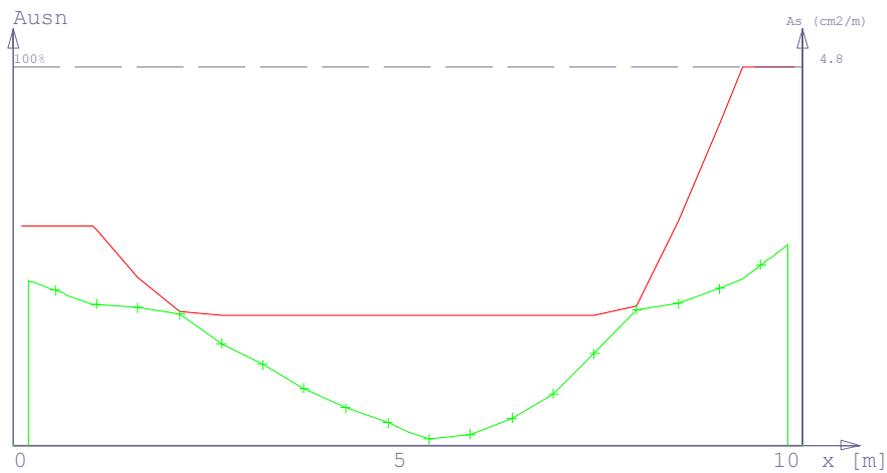
Verformung

—	Durchhang	t=tA Lagerung	0,16 cm
×	Durchhang	t=tE Lagerung	0,79 cm
+	Durchhang	t=tA Nutzung	1,52 cm
○	Durchhang	t=tE Nutzung	3,24 cm



Querkrafttragfähigkeit (Schubdeckung)

—	F _{tl.} : Schubbeweh. (Steg)	asw = 4,78 cm ² /m	x = 9,61 m
+	Druckstreben­tragfähigkeit	η = 1,89	x = 10,20 m



Kippsicherheitsnachweis (n. Stiglat)

Kippsicherheit im Einbauzustand η = 2.60 > 2.00
 rechnerisches Kippmoment: M_{kipp} = 1162.59 kNm
 vorhandenes Moment : M_{Ed} = 447.61 kNm ohne Vorspannung
 Kombination aus charakteristischen Werten

Zwischenwerte nach 'Beton- und Stahlbetonbau' 1985, H. 9,10,11

$E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$	$G_{cm} = 12400 \text{ N/mm}^2$	I_t, I_y gemittelt
$I_t = 149880 \text{ cm}^4$	$I_y = 433765 \text{ cm}^4$	nach Rafla
$I_x = 924987 \text{ cm}^4$	$A_k = 3123.9 \text{ MN}^2\text{cm}^4$	(I_t 60% da Z.II)
$h_c = 0.43 \text{ m}$	$\beta_1 = 0.001$	$\beta_2 = 0.003$
$k_1 = 3.540$	$k_2 = 1.007$	$k_3 = 0.923$
$M_k = 18011.64 \text{ kNm}$	$W_{x0} = 45878 \text{ cm}^3$	$x = 6.02 \text{ m}$
$\sigma_B = 382.79 \text{ N/mm}^2$	$\sigma_T = 24.71 \text{ N/mm}^2$	$\lambda_v = 28.3$

(σ_T nach Gl.62 errechnet !)

Eine ggf. erforderliche Torsionsbewehrung wird nicht vom Programm ermittelt

3. Decken, Unterzüge, Rampen

3.1. Decken

3.1.1 Pos. OG_DE01: Decke über OG, Sozialbau

Es folgt die Bemessung der oben genannten Decke über OG im Bereich der Achsen B-C/3-10. Die Decke wird in HFT-Bauweise ausgeführt. Der Nachweis der Decken erfolgt am Einzelmodell unter Berücksichtigung der Steifigkeiten von Rippen. Rissweiten und Verformungen werden dabei anhand der eingelegten Bewehrung nichtlinear im Zustand II berechnet.

Auszug Architekturplan



Geometrie/Material

Stahlbeton	C25/30
	unten: XC1, WO; $w = 0,40$ mm
	oben: XC3, WF; $w = 0,30$ mm
Betonstahl	B500
Abmessungen	$h = 20$ cm
Betondeckung	$c_{nom} = 3,5$ cm (oben), $c_{nom} = 2,0$ cm (unten)
Bewehrung	oben + unten je Q524
Zulagen	gemäß RFEM-Ausdruck
Hinweise	Überhöhung von 1,0 cm beachten!

Lastannahmen

Lasten gemäß Kapitel Vorbemerkungen. Nicht aufgeführte, zusätzliche Lasten durch Auf- und Einbauten oder angrenzende Bauteile werden als Knoten-, Linien- oder Flächenlasten definiert.

Ständige Lasten:

Eigenlasten programmintern	Wichte Stahlbeton 25 kN/m ³			
Dachaufbau		$g_k =$	3,00	kN/m ²

Veränderliche Lasten:

Unterhanglasten		$q_k =$	0,50	kN/m ²
Klimagerät Server	0,52 kN / 0,32 m ² =	$q_k =$	1,63	kN/m ²
Klimagerät Allgemein	1,50 kN / 0,30 m ² =	$q_k =$	5,00	kN/m ²
Schnee		$q_k =$	0,68	kN/m ²

Außergewöhnliche Einwirkungen

Havariefall	0,20 m * 10 kN/m ³	$A_k =$	2,00	kN/m ²
-------------	-------------------------------	---------	------	-------------------

Nachweis der Rissbreitenbeschränkung

Hinweise nach Tab. 3 sind bei Bauausführung zu beachten

Tabelle 3. Empfohlene Anhaltswerte für die Betonzugfestigkeit bei Zwang aus Abfließen der Hydratationswärme (Tabelle 7 aus DBV [1])

S	1	2	3	4	5
Z	Festigkeitsentwicklung des Betons	Bauteildicke h			
		$\leq 0,30$ m	$\leq 0,80$ m	$\leq 2,0$ m	$> 2,0$ m
1	langsam ($r < 0,30$) ^{1) 2)}	– ³⁾	$0,60f_{ctm}$	$0,70f_{ctm}$ ⁴⁾	$0,80f_{ctm}$ ⁴⁾
2	mittel ($r < 0,50$) ¹⁾	$0,65f_{ctm}$	$0,75f_{ctm}$	$0,85f_{ctm}$	$0,95f_{ctm}$
3	schnell ($r \geq 0,50$) ¹⁾	$0,80f_{ctm}$	$0,90f_{ctm}$	$1,0f_{ctm}$	$1,00f_{ctm}$

¹⁾ Die Festigkeitsentwicklung des Betons wird durch das Verhältnis $r = f_{cm}(2 \text{ d}) / f_{cm}(28 \text{ d})$ beschrieben, das bei der Eignungsprüfung oder auf der Grundlage eines bekannten Verhältnisses von Beton vergleichbarer Zusammensetzung (d. h. gleicher Zement, gleicher w/z-Wert) ermittelt wurde.

Wird bei besonderen Anwendungen die Druckfestigkeit zu einem späteren Zeitpunkt $t > 28$ Tage bestimmt, ist das Verhältnis der mittleren Druckfestigkeit nach 2 Tagen $f_{cm}(2 \text{ d})$ zur mittleren Druckfestigkeit zum Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit $f_{cm}(t)$ zu ermitteln oder es ist vom Betonhersteller eine Festigkeitsentwicklungskurve bei 20 °C zwischen 2 Tagen und dem Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit anzugeben.

²⁾ Bei Festigkeitsklassen $\geq C30/37$ ist es i. d. R. nicht möglich, das Festigkeitsverhältnis $r \leq 0,30$ bezogen auf 28 Tage zu begrenzen. In diesen Fällen ist es erforderlich, den Zeitpunkt des Nachweises der Festigkeitsklasse auf einen späteren Zeitpunkt (z. B. 56 Tage) zu vereinbaren.

³⁾ Die Auslegung der Bewehrung bei dünnen Bauteilen auf eine langsame Festigkeitsentwicklung ist nicht sinnvoll. Es sollte grundsätzlich mindestens eine mittlere Festigkeitsentwicklung angenommen werden.

⁴⁾ Der empfohlene Anhaltswert für massige Bauteile ist erst bei der Verwendung von langsam erhärtenden Betonen mit einem Prüfalter von 91 Tagen zu erwarten.

Begrenzung der Rissbreite unter zentrischen Zwang $k_c = 1,0$			
(Direkte Berechnung nach DIN EN 1992-1-1, 7.3.2 + NA)			
Bewehrungsrichtung		x- Richtung	y- Richtung
Beton	Betongüte	C25/30	
	Betonzugfestigkeit	f_{ctm} [N/mm ²]	2,60
	Festigkeitsentwicklung des Betons	r	< 0,5
	Beiwert für Zeitpunkt Rissbildung	$k_{z,t}$ [%]	65
	wirksame Zugfestigkeit	$f_{ct,eff}$ [N/mm ²]	1,69
Bewehrung	Stahlsorte	B	B 500
	Elastizitätsmodul	E_s [N/mm ²]	200.000
		E_{cm} [N/mm ²]	31.000
	Durchmesser	d_s/d_{sv} [mm]	10 10
	Stababstand	s [cm]	15,0 15,0
	Mattenbewehrung	(j / n)	j j
	Querschnitt je Bauteilseite	$A_{s1}=A_{s2}$ [cm ² /m]	5,24 5,24
	Gesamtquerschnitt	vorh A_s [cm ² /m]	10,47 10,47
Abmessung	Betonüberdeckung	c_{nom} [cm]	2,0 3,0
	Bauteilhöhe	h [cm]	20,0
	Betonquerschnitt	A_{ct} [cm ² /m]	2.000,0
	Achsabstand Bewehrung	d_1 [cm]	2,5 3,5
	Wirkungstiefe Bewehrung	h_{eff} [cm]	7,0 9,0
	wirksame Betonzugfläche	$A_{c,eff}$ [cm ² /m]	1.400,0 1.800,0
Beiwerte	Spannungsverteilung innerhalb Zugzone	k_c	1,00
	Verteilung Betonzug-spannungen	k	0,80
	effektiver Bewehrungsgrad	$_{eff} \rho$	0,7% 0,6%
	geometrischer Bewehrungsgrad	ρ_{tot}	0,7% 0,6%
	Betonstahlspannung im Riss		
	$\sigma_s = k_c * k * f_{ct,eff} * A_c / A_s$		258,21 258,21
	mittlere Differenzdehnung Stahl - Beton	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0,082% 0,077%
	Maximaler Rissabstand	$s_{r,max}$ [mm]	371 424
Achtung bei Mattenbewehrung (DIN EN 1992-1-1-NA, 7.3.4(3)):			
	Rissabstand < doppelte Maschenweite	$s_{r,max}$ [mm] <	300 300
Vorhandene rechnerische Rissweite		w_k [mm]	0,245 0,232

Bemessung

Alle GZT und GZG Nachweise gemäß nachfolgendem RFEM-Ausdruckprotokoll.

Verformungen

Die maximal zulässige Verformung der Stäbe im Zustand II beträgt $l/500 = 7120/500 = 14,2$ mm

Verformung im Zustand II $u_z = 18,7$ mm

→ 10 mm Überhöhung zwischen den Achsen 3/4 und 8/9 anordnen

INHALT

A	Modell - Basisangaben		
B	Netz-Einstellungen		
1	Basisobjekte		■ ■
1.1	Materialien		
1.2	Querschnitte		
1.3	Dicken		
1.4	Modell, In axonometrischer Richtung		
2	Typen für Knoten		■ ■
2.1	Knotennetzverdichtungen		
3	Typen für Linien		■ ■
3.1	Linienlager		
4	Typen für Betonbemessung		■ ■
4.1	Flächenbewehrungen		
4.2	Betondauerhaftigkeiten		
4.3	Bewehrungsrichtungen		
5	Lastfälle und Kombinationen		■ ■
5.1	Lastfälle		
5.2	Lastkombinationen		
6	Lasten		■ ■
6.1	LF2 - Ausbaulasten		
6.1.1	Flächenlasten		
6.1.2	LF2: Belastung, In axonometrischer Richtung		
6.2	LF3 - Nutzlasten Schachbrett 1		
6.2.1	Freie Rechtecklasten		
6.2.2	LF3: Belastung, In axonometrischer Richtung		
6.3	LF4 - Nutzlasten Schachbrett 2		
6.3.1	Freie Rechtecklasten		
6.3.2	LF4: Belastung, In axonometrischer Richtung		
6.4	LF5 - Schneelasten Schachbrett 1		
6.4.1	Freie Rechtecklasten		
6.4.2	LF5: Belastung, In axonometrischer Richtung		
6.5	LF6 - Schneelasten Schachbrett 2		
6.5.1	Flächenlasten		
6.5.2	Freie Rechtecklasten		
6.5.3	LF6: Belastung, In axonometrischer Richtung		
6.6	LF7 - Havariefall: Wasseranstau		
6.6.1	Flächenlasten		
6.6.2	LF7: Belastung, In axonometrischer Richtung		
7	Statikanalyse-Ergebnisse		■ ■
7.1	BS1: Ergebnis Umhüllende - Max- und Min-Werte, Schnittgrößen V_z , In axonometrischer Richtung	7.3	axonometrischer Richtung
7.2	BS1: Ergebnis Umhüllende - Max- und Min-Werte, Schnittgrößen M_x , In	7.4	BS1: Ergebnis Umhüllende - Max- und Min-Werte, Linienlager p_z , In axonometrischer Richtung
		7.5	LF1: Linienlager p_z , In axonometrischer Richtung
		7.6	LF2: Linienlager p_z , In axonometrischer Richtung
		7.7	LF3: Linienlager p_z , In axonometrischer Richtung
		7.8	LF4: Linienlager p_z , In axonometrischer Richtung
		7.9	LF5: Linienlager p_z , In axonometrischer Richtung
			LF6: Linienlager p_z , In axonometrischer Richtung
		8	Betonbemessung
		8.1	Bemessungssituationen
		8.2	Ergebnisse
		8.2.1	erforderliche Längsbewehrung UZ
		8.2.2	vorhandene Längsbewehrung UZ
		8.2.3	erforderliche Bügelbewehrung UZ
		8.2.4	vorhandene Bügelbewehrung UZ
		8.2.5	erforderliche obere Bewehrungslage $a_{s,erf}$, $a_{s,erf,1,-z}$ (oben), X-Richtung
		8.2.6	erforderliche obere Bewehrungslage $a_{s,erf}$, $a_{s,erf,2,-z}$ (oben), Y-Richtung
		8.2.7	erforderliche untere Bewehrungslage $a_{s,erf,1,+z}$ (unten), X-Richtung
		8.2.8	erforderliche untere Bewehrungslage $a_{s,erf,2,+z}$ (unten), Y-Richtung
		8.2.9	vorhandene obere Bewehrungslage $a_{s,vorh,1,-z}$ (oben), X-Richtung
		8.2.10	vorhandene obere Bewehrungslage $a_{s,vorh,2,-z}$ (oben), Y-Richtung
		8.2.11	vorhandene untere Bewehrungslage $a_{s,vorh,1,+z}$ (unten), X-Richtung
		8.2.12	vorhandene untere Bewehrungslage $a_{s,vorh,2,+z}$ (unten), Y-Richtung
		8.2.13	nicht abgedeckte obere Bewehrungslage Bewehrungslage $a_{s,dif,1,-z}$ (oben), X-
		8.2.14	nicht abgedeckte obere Bewehrungslage Bewehrungslage $a_{s,dif,2,-z}$ (oben), Y-
		8.2.15	nicht abgedeckte untere Bewehrungslage $a_{s,dif,1,+z}$ (unten), X-
		8.2.16	nicht abgedeckte untere Bewehrungslage $a_{s,dif,2,+z}$ (unten), Y-
		8.2.17	erforderliche Querbewehrung $a_{s,erf}$
		8.2.18	Nachweis Schubspannung v_{Ed} / v_{Rd}
		8.2.19	Globale Verformungen $ \mu $, GZG Zustand Zustand II
		8.2.20	Globale Verformungen $ \mu $, GZG Zustand Zustand II

A **MODELL - BASISANGABEN**

	Basis	Modellname	: OG_DE01 - Decke OG.rf6
		Modellbeschreibung	:
		Modelltyp	: 3D

	Add-Ons	Betonbemessung
		Stahlbemessung

	Normen I	Lastfallklassifizierungs- und Kombinationsassistent	:  EN 1990
		Lastassistent	:  DIN 2012-08  EN 1991  DIN 2019-04
		Normgruppe für Betonbemessung	:  EN 1992  DIN 2015-12
		Normgruppe für Stahlbemessung	:  EN 1993  DIN 2020-11
		Normgruppe für Stahlbemessung (kaltgeformt)	:  EN 1993  DIN 2020-11

	Einstellungen und Optionen	Fallbeschleunigung/	g	: 10.00 m/s ²
		Massenumwandlungskonstante		
		Datum des Tages Null im Zeitdiagramm		: 11.11.2022
		Globale Achsen XYZ		: Z nach unten
		Lokale Achsen xyz		: z nach unten

Toleranzen	Toleranz für Knoten	: 0.00050 m
	Toleranz für Linien	: 0.00050 m
	Toleranz für Flächen/Ebenen	: 0.00050 m
	Toleranz für Richtungen	: 0.00050 m

B **NETZ-EINSTELLUNGEN**

	Allgemein	Angestrebte Länge der finiten Elemente	L_F	: 0.200 m
		Maximalabstand zwischen einem Knoten und einer Linie, um ihn in die Linie zu integrieren	ϵ	: 0.001 m
		Maximale Anzahl der Netzknoten (in Tausenden)	n	: 500

	Stäbe	Anzahl der Teilungen für Ergebnisverlauf	: 10
		Anzahl der Teilungen für besondere Stabtypen (Seilstab, elastische Bettung, Voule, Nichtlinearität)	: 10
		Anzahl der Teilungen zur Ermittlung der Max/Min-Werte	: 10
		Stabteilungen aktivieren für gerade Stäbe mit Materialkategorie-Gruppe Beton, die nicht in Flächen integriert sind (erforderlich für nichtlineare Berechnung)	
		Mindestanzahl der Stabteilungen	: 10
		Stabteilungen für Theorie III. Ordnung bzw. Durchschlagproblem aktivieren	
		Stabteilungen für gerade Stäbe aktivieren	
		Mindestanzahl der Stabteilungen	: 8
	Teilung der Stäbe durch die Knoten, die auf den Stäben liegen		

	Flächen	Maximales Verhältnis der FE-Viereck-Diagonalen aus der Ebene	Δ	: 1.800
		Maximale Neigung von zwei finiten Elementen	α	: 0.50
		Form der finiten Elemente		: Drei- und Vierecke
		Gleiche Quadrate generieren, wo möglich Dreiecke für Membranen		

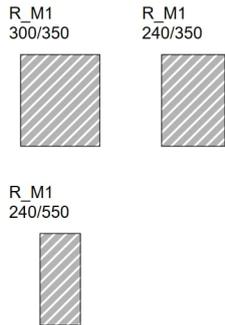
1 **Basisobjekte**

1.1 MATERIALIEN

- Legende
 ⚙ Beton-Einstellungen
 📏 Einstellungen für Kriechen/Schwinden/Alterung

Material Nr.	Name des Materials	Material-Typ	Analyse Modell	Optionen
1	B500S(A) Isotrop Linear elastisch	Betonstahl	Isotrop Linear elastisch	
2	C25/30 Isotrop Linear elastisch	Beton	Isotrop Linear elastisch	⚙
3	Porotherm 25-38 W.i Plan, Dünnbettmörtel 1-3 mm Isotrop Linear elastisch	Mauerwerk	Isotrop Linear elastisch	
4	C30/37 Isotrop Linear elastisch	Beton	Isotrop Linear elastisch	⚙

1.2 QUERSCHNITTE

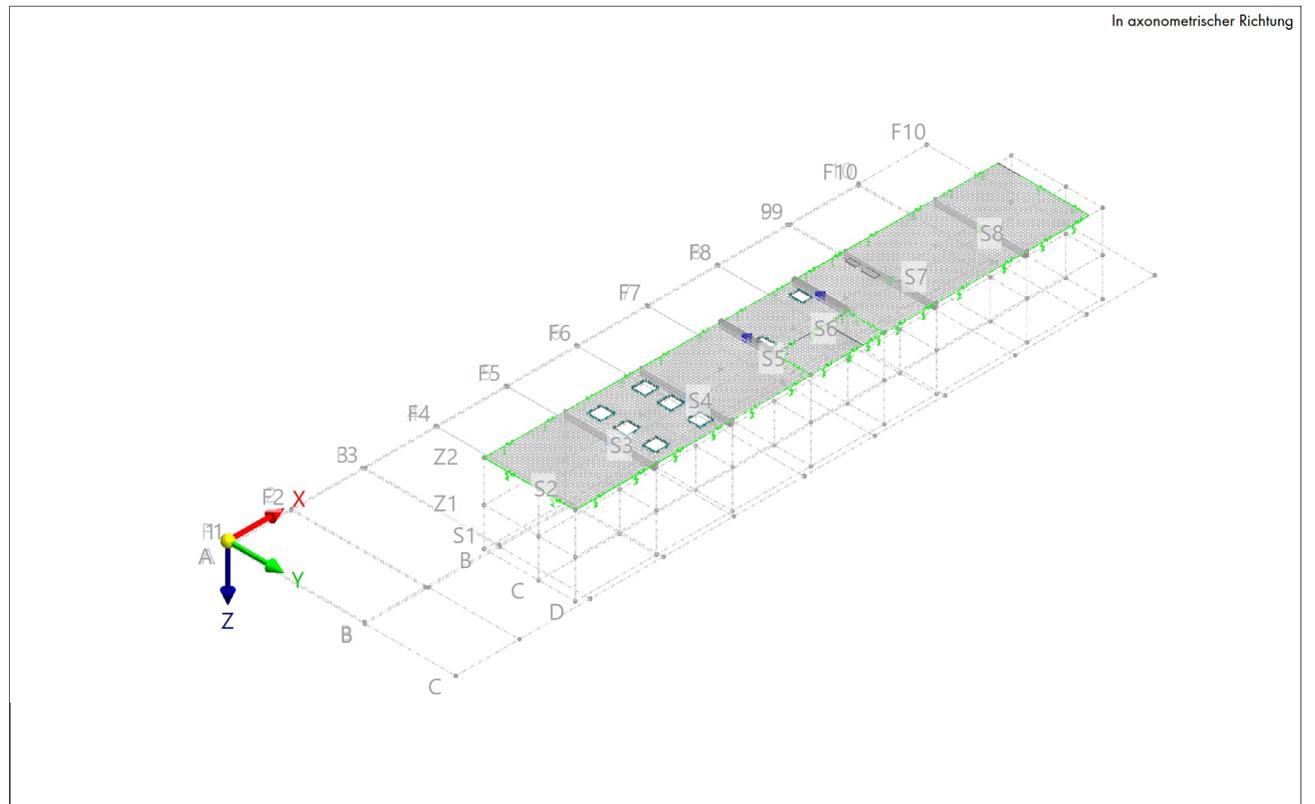


Quersch. Nr.	Material Nr.	Querschnitts-Typ	Herstellungs-Typ	I_x [cm ⁴] A [cm ²]	I_y [cm ⁴] A _y [cm ²]	I_z [cm ⁴] A _z [cm ²]	Gesamtabmessungen b [mm] h [mm]																			
1	2	R_M1 300/350 2 - C25/30 Parametrisch - Dickwandige I		152551.31	107187.50	78750.00	300.0	350.0																		
				1050.00	875.00	875.00			2	2	R_M1 240/350 2 - C25/30 Parametrisch - Dickwandige I		92890.72	85750.00	40320.00	240.0	350.0	840.00	700.00	700.00	3	2	R_M1 240/550 2 - C25/30 Parametrisch - Dickwandige I		183977.55	332750.00
2	2	R_M1 240/350 2 - C25/30 Parametrisch - Dickwandige I		92890.72	85750.00	40320.00	240.0	350.0																		
				840.00	700.00	700.00			3	2	R_M1 240/550 2 - C25/30 Parametrisch - Dickwandige I		183977.55	332750.00	63360.00	240.0	550.0	1320.00	1100.00	1100.00						
3	2	R_M1 240/550 2 - C25/30 Parametrisch - Dickwandige I		183977.55	332750.00	63360.00	240.0	550.0																		
				1320.00	1100.00	1100.00																				

1.3 DICKEN

Dicke Nr.	Typ	Zugewiesen an Fläche Nr.	Material	Symbol	Dicke			
					Wert	Einheit	Knoten	Richtung
1	Konstant d : 200.0 mm 2 - C25/30 Stb-Decke	33,34	2	d	200.0	mm		
	Konstant							

1.4 MODELL, IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG



2 Typen für Knoten

2.1 KNOTENNETZVERDICHTUNGEN

Netz Nr.	Zugewiesen Knoten Nr.	Nur anwenden auf		Parameter						
		Flächen	Typ	R [m]	L _{FE,i} [m]	L _{FE,o} [m]	Anordnung	L _{FE} [m]	L _{FE,i} [m]	
1	Rechteckig L _{FE} : 0.500 m L _{FE,i} : 0.040 m (Knoten : 26,27) 26,27	<input type="checkbox"/>	Rechteckig						0.500	0.040

3 Typen für Linien

3.1 LINIENLAGER

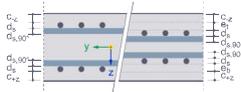
Legende
 Fiktive Wand

Lager Nr.	Linien Nr.	Koordinaten-System	Achsen-dr. β [°]	Wegfeder [kN/m ²]			Drehfeder [kNm·rad ⁻¹ ·m ⁻¹]			Optionen
				C _{u,x}	C _{u,y}	C _{u,z}	C _{φ,x}	C _{φ,y}	C _{φ,z}	
4	17-19,21-2 3,26,121,1 23,183,187 ,194-199,2 02,203,205 ,208	Lokal xyz	0.00	145763.00 0	<input type="checkbox"/>	344000.00 0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

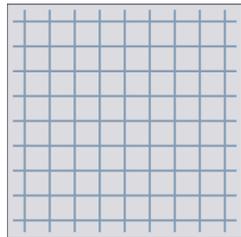
4 Typen für Betonbemessung

4.1 FLÄCHENBEWEHRUNGEN

Typ der Lage 'Auf Fläche' | Ausrichtung 'Oben (-z)' und 'Unten (+z)'



Bewehrungstyp 'Matte'



Bew. Nr.	Beschreibung	Symbol	Wert	Einheit
1	Auf Fläche Matte Q524A Oben (-z) Unten (+z) (Flächen : 33,34) Zugewiesen an Flächen Nr. Typ der Lage Material Bewehrungstyp Zugewiesen an Seite Lieferprogramm der Matten Name der Matte Mattenform Obere Ausrichtung aktiviert Untere Ausrichtung aktiviert Oben zusätzlicher Versatz zur Betondeckung Unten zusätzlicher Versatz zur Betondeckung Betondeckung Typ der Bewehrungsrichtung In Bewehrungsrichtung der Bemessung Bewehrungsfläche Bewehrungsfläche Bewehrungsfläche Bewehrungsfläche Bewehrungsfläche Bewehrungsfläche		33,34 Auf Fläche 1 - B500S(A) Isotrop Linear elastisch Matte Oben (-z) Unten (+z) Deutschland - 2008-01-01 Q524A Q-Matte <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> e _o 0.0 e _u 0.0 In Bewehrungsrichtung a _{s,1} 10.47 a _{s,2} 10.47 a _{s,1,-z} 5.24 a _{s,1,+z} 5.24 a _{s,2,-z} 5.24 a _{s,2,+z} 5.24	mm mm cm ² /m cm ² /m cm ² /m cm ² /m cm ² /m

4.2 BETONDAUERHAFTIGKEITEN

Bed. Nr.	Beschreibung	Symbol	Wert	Einheit
1	XC1 (Stäbe : 1-6 Flächen : 33,34) Zugewiesen an Stäbe Nr. Zugewiesen an Stabsätze Nr. Zugewiesen an Flächen Nr. Korrosion durch Karbonatisierung Typ der Anforderungsklasse Nutzungsdauer von 50 auf 100 Jahre erhöhen aktiviert Lage der Bewehrung nicht beeinflusst vom Bauablauf aktiviert Besondere Qualitätskontrolle der Herstellung aktiviert		1-6 33,34 XC1 - Trocken oder ständig nass Nach Norm <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	

4.2 **BETONDAUERHAFTIGKEITEN**

Bed. Nr.	Beschreibung	Symbol	Wert	Einheit
	Luftporengehalt mehr als 4% aktiviert Vorhaltemaßtyp Benutzerdefinierter Vorhaltemaßfaktor	ΔC_{dev}	<input type="checkbox"/> Benutzerdefiniert 15.0	mm

4.3 **BEWEHRUNGRICHTUNGEN**

Richtung Nr.	Typ	Flächen	Dreh. der Bew.-Richtung um z bezogen auf x		
			ϕ_1 [°]	ϕ_2 [°]	$\Delta\phi_2$ [°]
1	Erste Bewehrungsrichtung in x	33,34			

5 Lastfälle und Kombinationen

5.1 **LASTFÄLLE**

LF Nr.	Einstell.	Wert	Einheit	Zu ber.
1	<input checked="" type="checkbox"/> Eigengewicht Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Einwirkungskategorie Eigengewicht - Faktor in Richtung X Eigengewicht - Faktor in Richtung Y Eigengewicht - Faktor in Richtung Z	<input checked="" type="checkbox"/> Statische Analyse SA1 - I. Ordnung Newton-Raphson <input checked="" type="checkbox"/> Ständig 0.000 0.000 1.000	-- -- --	<input checked="" type="checkbox"/>
2	<input checked="" type="checkbox"/> Ausbaulasten Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Einwirkungskategorie	<input checked="" type="checkbox"/> Statische Analyse SA1 - I. Ordnung Newton-Raphson <input checked="" type="checkbox"/> Ständig		<input checked="" type="checkbox"/>
3	<input checked="" type="checkbox"/> Nutzlasten Schachbrett 1 Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Einwirkungskategorie	<input checked="" type="checkbox"/> Statische Analyse SA1 - I. Ordnung Newton-Raphson <input checked="" type="checkbox"/> Nutzlasten - Kategorie B: Büroräume		<input checked="" type="checkbox"/>
4	<input checked="" type="checkbox"/> Nutzlasten Schachbrett 2 Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Einwirkungskategorie	<input checked="" type="checkbox"/> Statische Analyse SA1 - I. Ordnung Newton-Raphson <input checked="" type="checkbox"/> Nutzlasten - Kategorie B: Büroräume		<input checked="" type="checkbox"/>
5	<input checked="" type="checkbox"/> Schneelasten Schachbrett 1 Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Einwirkungskategorie	<input checked="" type="checkbox"/> Statische Analyse SA1 - I. Ordnung Newton-Raphson <input checked="" type="checkbox"/> Schnee-/Eislasten - H <= 1000 m		<input checked="" type="checkbox"/>
6	<input checked="" type="checkbox"/> Schneelasten Schachbrett 2 Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Einwirkungskategorie	<input checked="" type="checkbox"/> Statische Analyse SA1 - I. Ordnung Newton-Raphson <input checked="" type="checkbox"/> Schnee-/Eislasten - H <= 1000 m		<input checked="" type="checkbox"/>
7	<input checked="" type="checkbox"/> Havariefall: Wasseranstau Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Einwirkungskategorie	<input checked="" type="checkbox"/> Statische Analyse SA1 - I. Ordnung Newton-Raphson <input checked="" type="checkbox"/> Außergewöhnliche Einwirkungen		<input checked="" type="checkbox"/>

5.2 **LASTKOMBINATIONEN**

LK Nr.	Einstell.	Wert	Einheit	Zu ber.
1	<input checked="" type="checkbox"/> $1.35 * LF1 + 1.35 * LF2$ Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Bemessungssituation	<input checked="" type="checkbox"/> Statische Analyse <input checked="" type="checkbox"/> SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1 <input checked="" type="checkbox"/> BS1 - GZT (STR/GEO) - Ständig und vorübergehend - Gl. 6.10		<input checked="" type="checkbox"/>
2	<input checked="" type="checkbox"/> $1.35 * LF1 + 1.35 * LF2 + 1.50 * LF3$ Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Bemessungssituation	<input checked="" type="checkbox"/> Statische Analyse <input checked="" type="checkbox"/> SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1 <input checked="" type="checkbox"/> BS1 - GZT (STR/GEO) - Ständig und vorübergehend - Gl. 6.10		<input checked="" type="checkbox"/>

5.2

LASTKOMBINATIONEN

LK Nr.	Einstell.	Wert	Einheit	Zu ber.
3	 1.35 * LF1 + 1.35 * LF2 + 1.50 * LF3 + 1.50 * LF4	Statische Analyse  SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1  BS1 - GZT (STR/GEO) - Ständig und vorübergehend - Gl. 6.10		<input checked="" type="checkbox"/>
4	 1.35 * LF1 + 1.35 * LF2 + 1.50 * LF4	Statische Analyse  SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1  BS1 - GZT (STR/GEO) - Ständig und vorübergehend - Gl. 6.10		<input checked="" type="checkbox"/>
5	 1.35 * LF1 + 1.35 * LF2 + 1.50 * LF3 + 1.50 * LF5 + 1.50 * LF6	Statische Analyse  SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1  BS1 - GZT (STR/GEO) - Ständig und vorübergehend - Gl. 6.10		<input checked="" type="checkbox"/>
10	 1.35 * LF1 + 1.35 * LF2 + 1.50 * LF4 + 1.50 * LF5 + 1.50 * LF6	Statische Analyse  SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1  BS1 - GZT (STR/GEO) - Ständig und vorübergehend - Gl. 6.10		<input checked="" type="checkbox"/>
11	 LF1 + LF2 + 0.50 * LF3 + 0.50 * LF4 + 0.20 * LF5 + 0.20 * LF6 + LF7	Statische Analyse  SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1  BS1 - GZT (STR/GEO) - Ständig und vorübergehend - Gl. 6.10		<input checked="" type="checkbox"/>
25	 LF1 + LF2	Statische Analyse  SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1  BS2 - GZG - Charakteristisch		<input checked="" type="checkbox"/>
26	 LF1 + LF2 + LF3	Statische Analyse  SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1  BS2 - GZG - Charakteristisch		<input checked="" type="checkbox"/>
27	 LF1 + LF2 + LF3 + LF4	Statische Analyse  SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1  BS2 - GZG - Charakteristisch		<input checked="" type="checkbox"/>
28	 LF1 + LF2 + LF4	Statische Analyse  SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1  BS2 - GZG - Charakteristisch		<input checked="" type="checkbox"/>
29	 LF1 + LF2 + LF3 + LF5 + LF6	Statische Analyse  SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1  BS2 - GZG - Charakteristisch		<input checked="" type="checkbox"/>
34	 LF1 + LF2 + LF4 + LF5 + LF6	Statische Analyse  SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1  BS2 - GZG - Charakteristisch		<input checked="" type="checkbox"/>
43	 LF1 + LF2	Statische Analyse  SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1  BS3 - GZG - Häufig		<input checked="" type="checkbox"/>
44	 LF1 + LF2 + 0.50 * LF3	Statische Analyse  SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1  BS3 - GZG - Häufig		<input checked="" type="checkbox"/>
45	 LF1 + LF2 + 0.50 * LF3 + 0.50 * LF4	Statische Analyse  SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1  BS3 - GZG - Häufig		<input checked="" type="checkbox"/>
46	 LF1 + LF2 + 0.50 * LF4	Statische Analyse  SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1		<input checked="" type="checkbox"/>

5.2

LASTKOMBINATIONEN

LK Nr.	Einstell.	Wert	Einheit	Zu ber.
	Bemessungssituation	G Hä BS3 - GZG - Häufig		
47	G Hä LF1 + LF2 + 0.20 * LF5 + 0.20 * LF6 Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Bemessungssituation	Statische Analyse SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1 G Hä BS3 - GZG - Häufig		<input checked="" type="checkbox"/>
49	G Hä LF1 + LF2 + 0.30 * LF3 + 0.20 * LF5 + 0.20 * LF6 Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Bemessungssituation	Statische Analyse SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1 G Hä BS3 - GZG - Häufig		<input checked="" type="checkbox"/>
54	G Hä LF1 + LF2 + 0.30 * LF4 + 0.20 * LF5 + 0.20 * LF6 Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Bemessungssituation	Statische Analyse SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1 G Hä BS3 - GZG - Häufig		<input checked="" type="checkbox"/>
55	G Qs LF1 + LF2 Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Bemessungssituation	Statische Analyse SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1 G Qs BS4 - GZG - Quasi-ständig		<input checked="" type="checkbox"/>
56	G Qs LF1 + LF2 + 0.30 * LF3 Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Bemessungssituation	Statische Analyse SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1 G Qs BS4 - GZG - Quasi-ständig		<input checked="" type="checkbox"/>
57	G Qs LF1 + LF2 + 0.30 * LF3 + 0.30 * LF4 Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Bemessungssituation	Statische Analyse SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1 G Qs BS4 - GZG - Quasi-ständig		<input checked="" type="checkbox"/>
58	G Qs LF1 + LF2 + 0.30 * LF4 Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Bemessungssituation	Statische Analyse SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1 G Qs BS4 - GZG - Quasi-ständig		<input checked="" type="checkbox"/>
59	G ZT 1.35 * LF1 + 1.35 * LF2 + 1.50 * LF3 + 1.50 * LF4 + 1.50 * LF5 + 1.50 * LF6 Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Bemessungssituation	Statische Analyse SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1 G ZT BS1 - GZT (STR/GEO) - Ständig und vorübergehend - Gl. 6.10		<input checked="" type="checkbox"/>
60	G Ch LF1 + LF2 + LF3 + LF4 + LF5 + LF6 Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Bemessungssituation	Statische Analyse SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1 G Ch BS2 - GZG - Charakteristisch		<input checked="" type="checkbox"/>
61	G Hä LF1 + LF2 + 0.30 * LF3 + 0.30 * LF4 + 0.20 * LF5 + 0.20 * LF6 Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Bemessungssituation	Statische Analyse SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1 G Hä BS3 - GZG - Häufig		<input checked="" type="checkbox"/>
62	G ZT 1.35 * LF1 + 1.35 * LF2 + 1.50 * LF5 + 1.50 * LF6 Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Bemessungssituation	Statische Analyse SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1 G ZT BS1 - GZT (STR/GEO) - Ständig und vorübergehend - Gl. 6.10		<input checked="" type="checkbox"/>
63	G Ch LF1 + LF2 + LF5 + LF6 Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Bemessungssituation	Statische Analyse SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1 G Ch BS2 - GZG - Charakteristisch		<input checked="" type="checkbox"/>
64	G ZT LF3 + LF4 Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Bemessungssituation	Statische Analyse SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1 G ZT BS1 - GZT (STR/GEO) - Ständig und vorübergehend - Gl. 6.10		<input checked="" type="checkbox"/>
65	G ZT LF5 + LF6 Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Bemessungssituation	Statische Analyse SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1 G ZT BS1 - GZT (STR/GEO) - Ständig und vorübergehend - Gl. 6.10		<input checked="" type="checkbox"/>

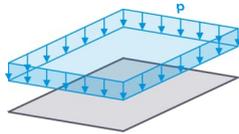
6 Lasten

6.1.1

FLÄCHENLASTEN

LF2: Ausbaulasten G

Lastart 'Kraft' | Lastverteilung 'Gleichförmig'



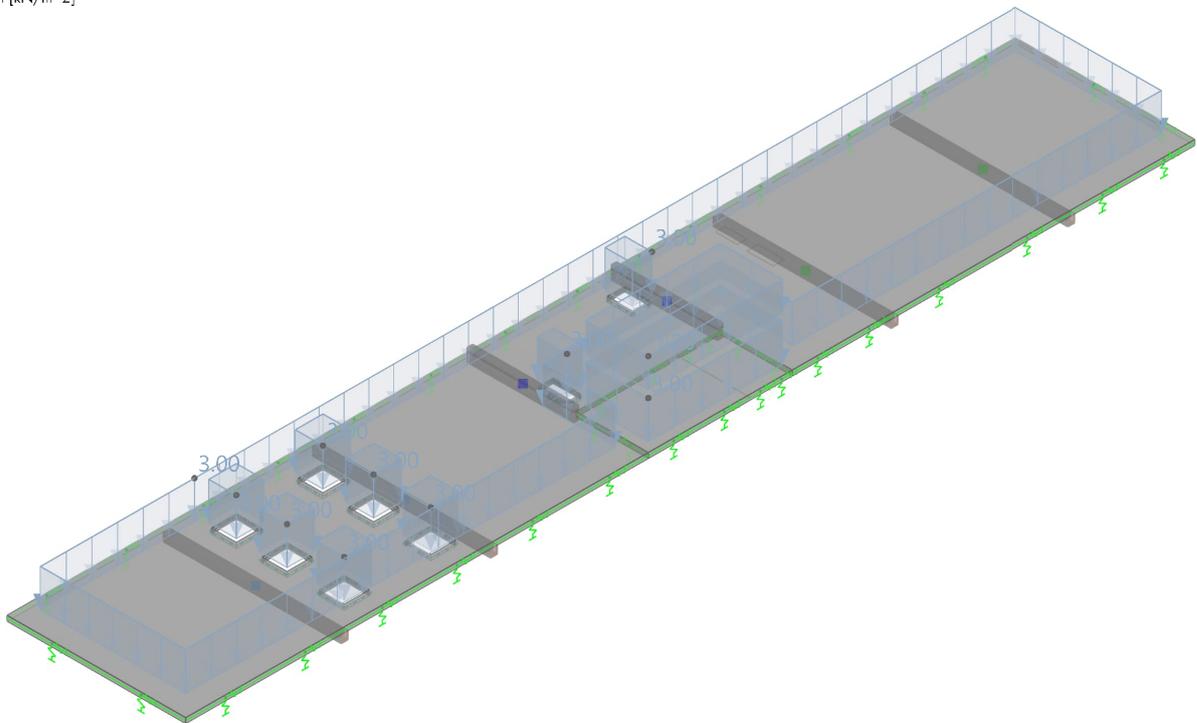
Last Nr.	Flächen Nr.	Last-Typ	Last-Verteilung	Koord.-System	Last-Richtung	Symbol	Parameter Wert	Einheit
1	33 Dachaufbau Gründach Sozialtrakt	Kraft	Gleichförmig	1	Z _A	p	3.00	kN/m ²
3	34 Dachaufbau Gründach Sozialtrakt	Kraft	Gleichförmig	1	Z _A	p	3.00	kN/m ²
4	34 PV-Anlage	Kraft	Gleichförmig	1	Z _A	p	1.20	kN/m ²

6.1.2

LF2: BELASTUNG, IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG

LF2 - Ausbaulasten
Lasten [kN/m²]

In axonometrischer Richtung

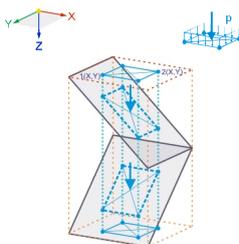


6.2.1

FREIE RECHTECKLASTEN

LF3: Nutzlasten Schac... Q1 B

Lastverteilung 'Gleichförmig' | Koordinatensystem '1 - Global XYZ' | Lastprojektion 'Ebene XY'



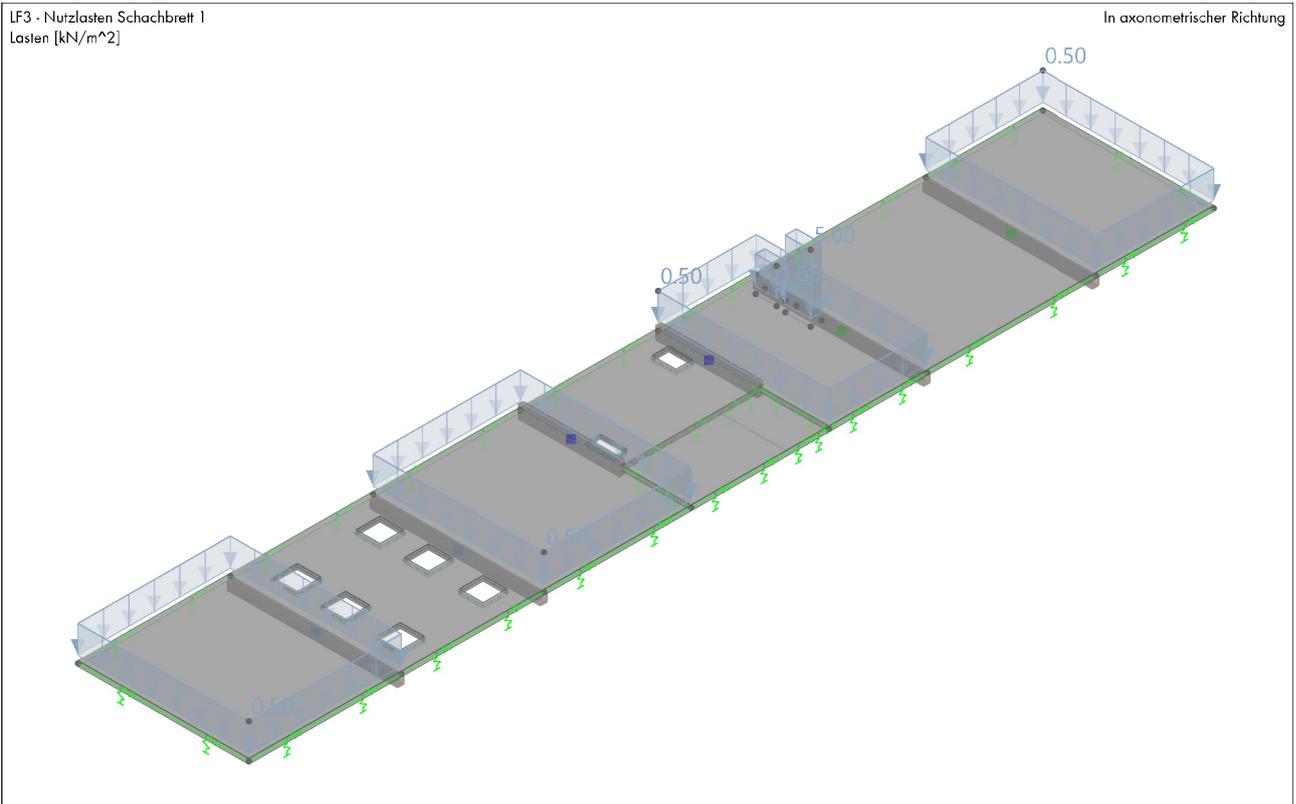
Last Nr.	Flächen Nr.	Last-Verteilung	Koord.-System	Last Projektion	Last-Richtung	Parameter [kN/m ²]		
						p	p ₁	p ₂
1	33 Klimagerät Server	Gleichförmig	1	Ebene XY	Z _A	1.65		
2	33 Klimagerät Allgemein	Gleichförmig	1	Ebene XY	Z _A	5.00		
3	33 Unterhanglasten Sozialtrakt	Gleichförmig	1	Ebene XY	Z _A	0.50		
4	33 Unterhanglasten Sozialtrakt	Gleichförmig	1	Ebene XY	Z _A	0.50		
5	33 Unterhanglasten Sozialtrakt	Gleichförmig	1	Ebene XY	Z _A	0.50		

6.2.1 **FREIE RECHTECKLASTEN**

LF3: Nutzlasten Schac... Q1 B

Last Nr.	Flächen Nr.	Last-Verteilung	Koord.-System	Last Projektion	Last-Richtung	Parameter [kN/m²]		
						p	p ₁	p ₂
6	33	Gleichförmig Unterhanglasten Sozialtrakt	1	Ebene XY	Z _A	0.50		

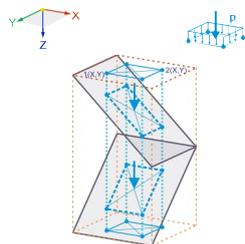
6.2.2 **LF3: BELASTUNG, IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG**



6.3.1 **FREIE RECHTECKLASTEN**

LF4: Nutzlasten Schac... Q1 B

Lastverteilung 'Gleichförmig' | Koordinatensystem '1 - Global XYZ' | Lastprojektion 'Ebene XY'

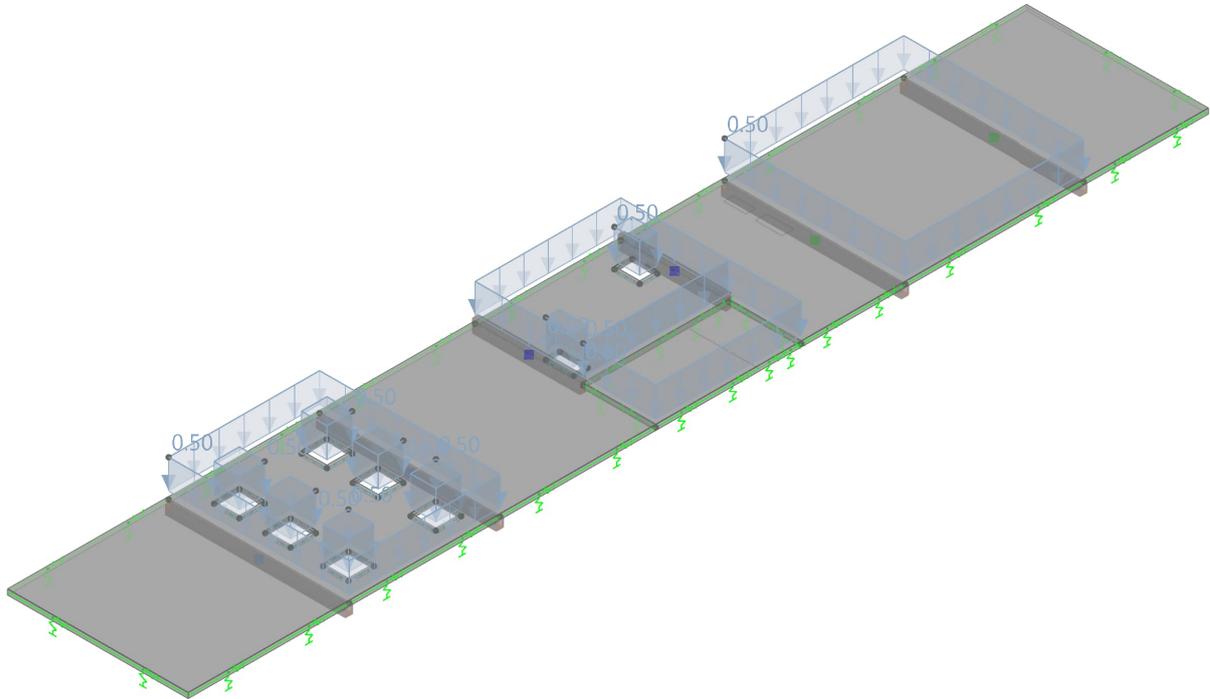


Last Nr.	Flächen Nr.	Last-Verteilung	Koord.-System	Last Projektion	Last-Richtung	Parameter [kN/m²]		
						p	p ₁	p ₂
3	33	Gleichförmig Unterhanglasten Sozialtrakt	1	Ebene XY	Z _A	0.50		
4	34	Gleichförmig Unterhanglasten Sozialtrakt	1	Ebene XY	Z _A	0.50		
5	33	Gleichförmig Unterhanglasten Sozialtrakt	1	Ebene XY	Z _A	0.50		
6		Gleichförmig Unterhanglasten Sozialtrakt	1	Ebene XY	Z _A	0.50		
7	33	Gleichförmig Unterhanglasten Sozialtrakt	1	Ebene XY	Z _A	0.50		

6.3.2 **LF4: BELASTUNG, IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG**

LF4 - Nutzlasten Schachtbrett 2
Lasten [kN/m²]

In axonometrischer Richtung



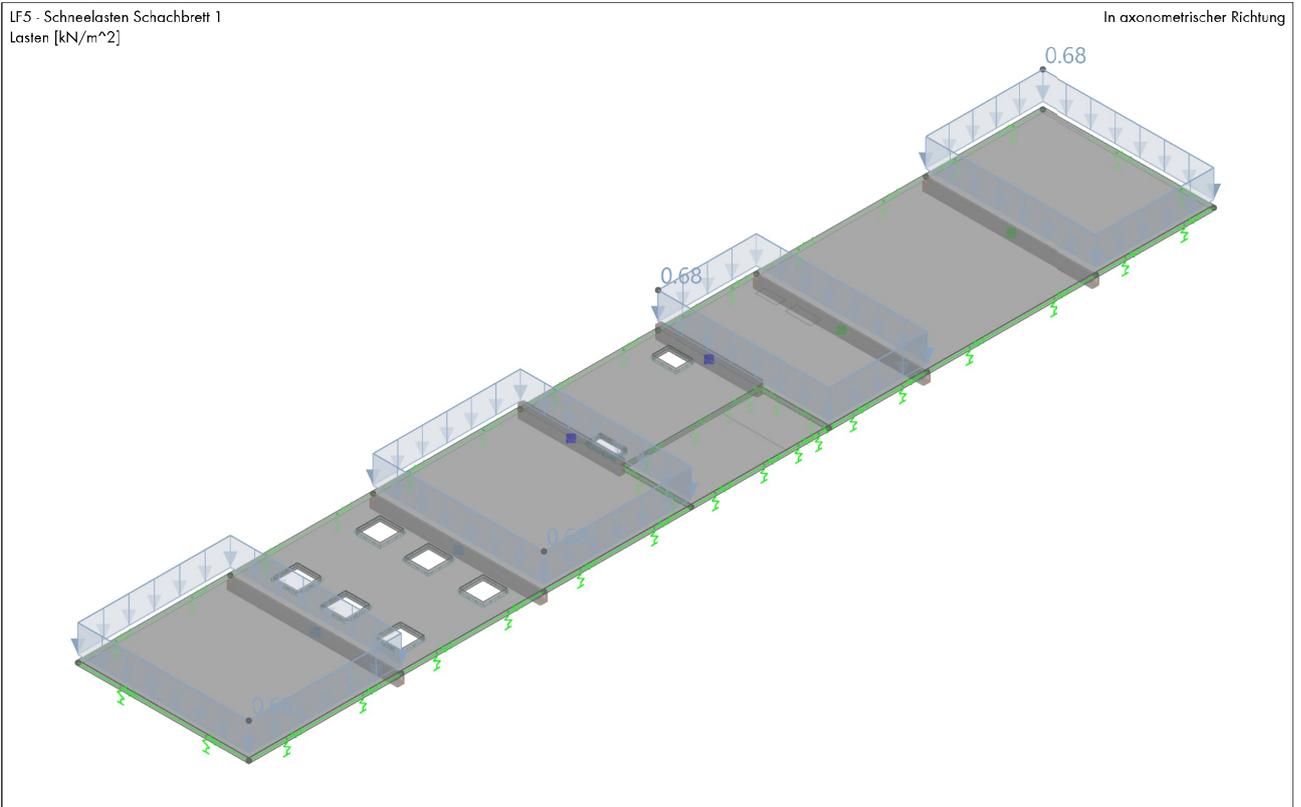
6.4.1

FREIE RECHTECKLASTEN

LF5: Schneelasten Sch... Q_s

Last Nr.	Flächen Nr.	Last-Verteilung	Koord.-System	Last Projektion	Last-Richtung	Parameter [kN/m ²]		
						p	p ₁	p ₂
2	33	Gleichförmig Schnee Sozialgebäude	1	Ebene XY	Z _A	0.68		
3	33	Gleichförmig Schnee Sozialgebäude	1	Ebene XY	Z _A	0.68		
4	33	Gleichförmig Schnee Sozialgebäude	1	Ebene XY	Z _A	0.68		
5	33	Gleichförmig Schnee Sozialgebäude	1	Ebene XY	Z _A	0.68		

6.4.2 LF5: BELASTUNG, IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG



6.5.1 FLÄCHENLASTEN

LF6: Schneelasten Sch... Q_s

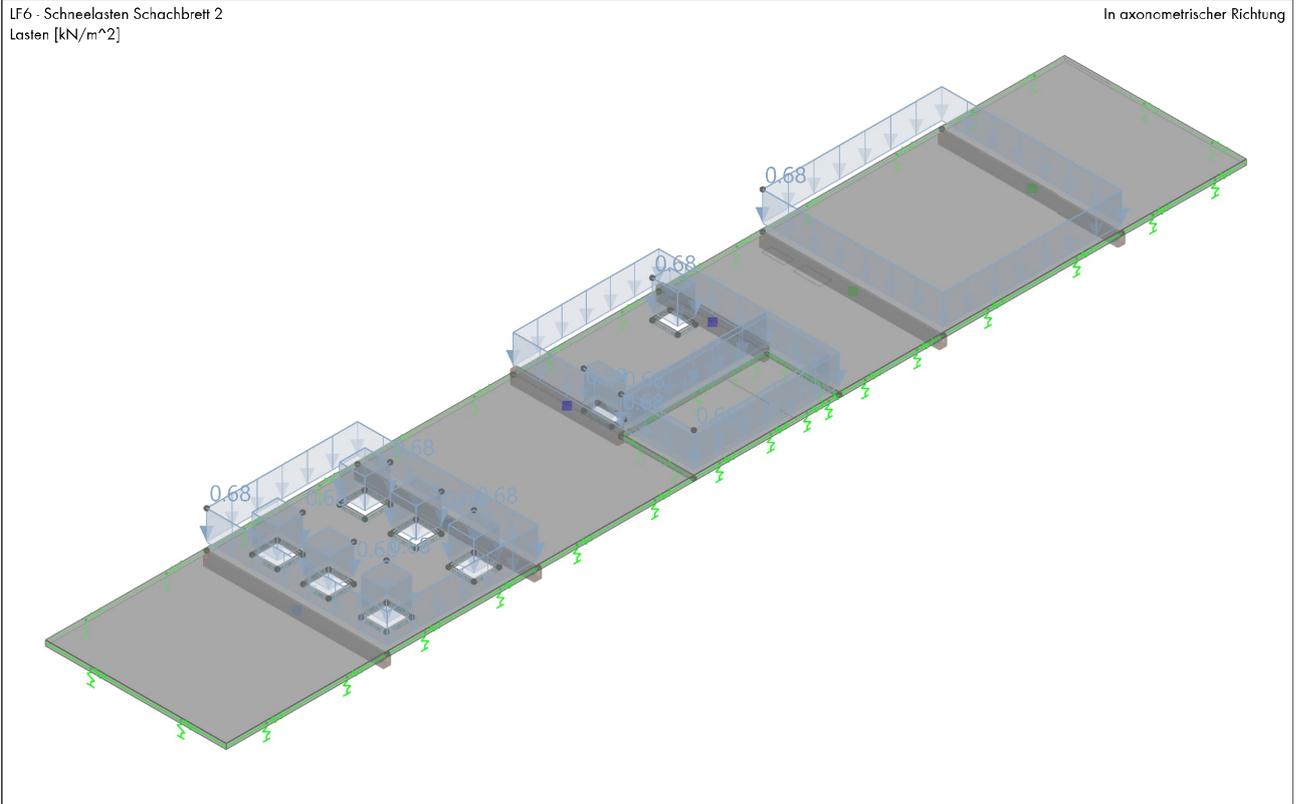
Last Nr.	Flächen Nr.	Last-Typ	Last-Verteilung	Koord.-System	Last-Richtung	Symbol	Parameter Wert	Einheit
1	34	Kraft	Gleichförmig	1	Z _A	p	0.68	kN/m ²

6.5.2 FREIE RECHTECKLASTEN

LF6: Schneelasten Sch... Q_s

Last Nr.	Flächen Nr.	Last-Verteilung	Koord.-System	Last Projektion	Last-Richtung	Parameter [kN/m ²]		
						p	p ₁	p ₂
1	33 Schnee Sozialgebäude	Gleichförmig	1	Ebene XY	Z _A	0.68		
2	34 Schnee Sozialgebäude	Gleichförmig	1	Ebene XY	Z _A	0.68		
3	33 Schnee Sozialgebäude	Gleichförmig	1	Ebene XY	Z _A	0.68		
4	33 Schnee Sozialgebäude	Gleichförmig	1	Ebene XY	Z _A	0.68		

6.5.3 LF6: BELASTUNG, IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG

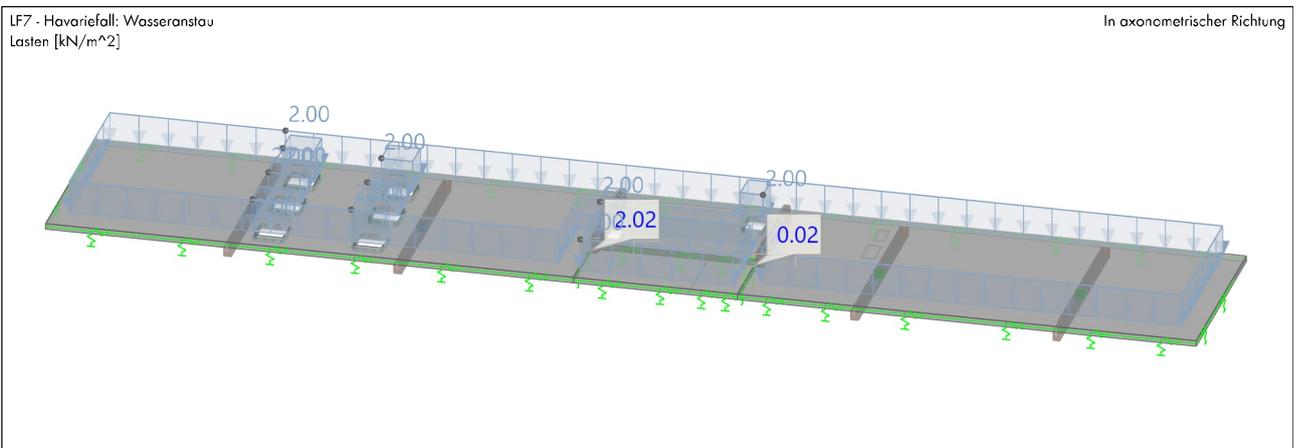


6.6.1 FLÄCHENLASTEN

LF7: Havariefall: Wass... A

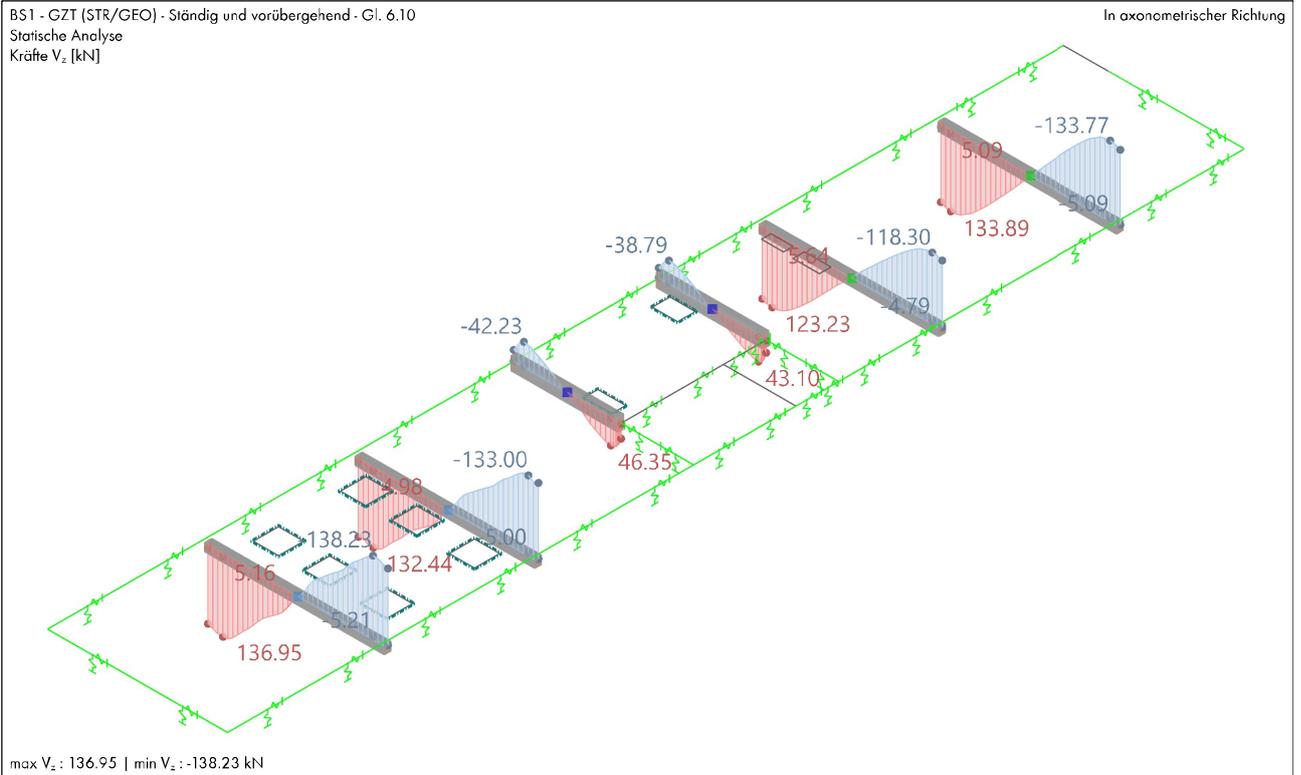
Last Nr.	Flächen Nr.	Last-Typ	Last-Verteilung	Koord.-System	Last-Richtung	Symbol	Parameter Wert	Einheit
1	33,34 0,20 m * 10 kN/m ³	Kraft	Gleichförmig	1	Za	p	2.00	kN/m ²

6.6.2 LF7: BELASTUNG, IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG

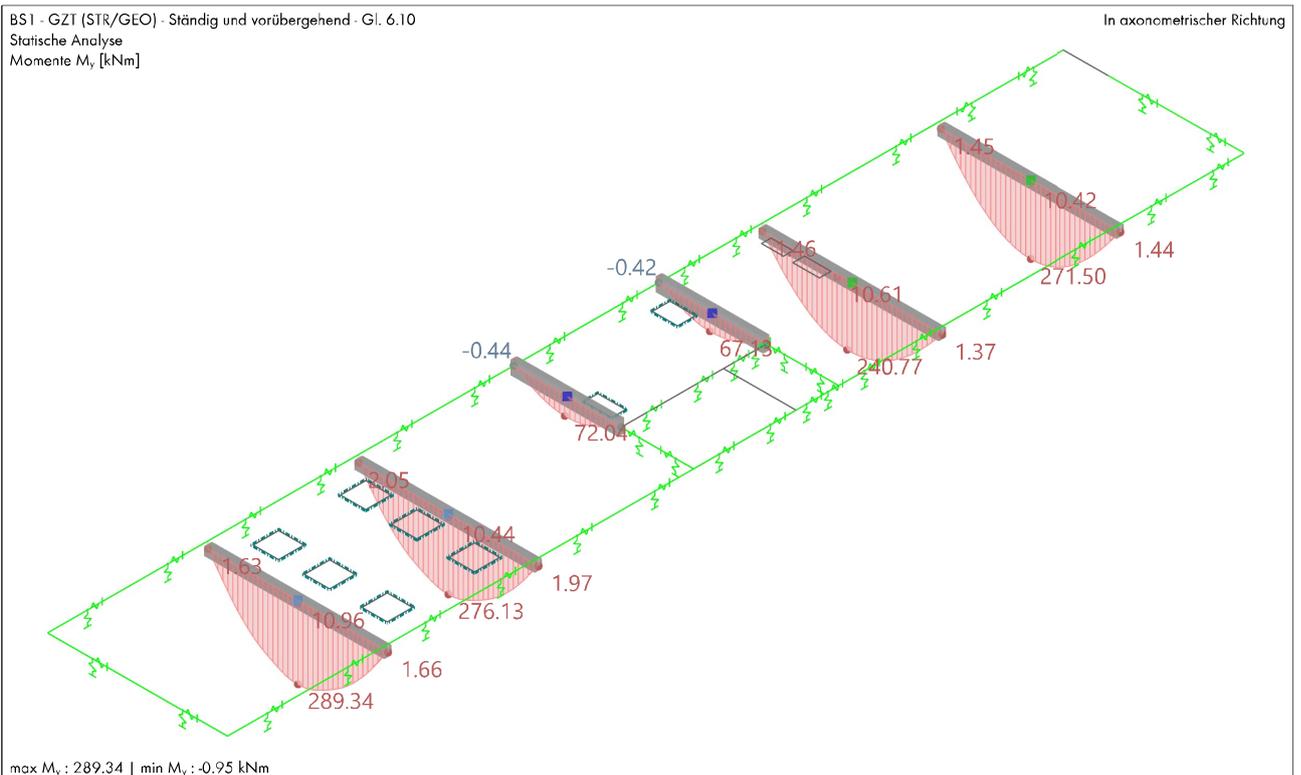


7 Statikanalyse-Ergebnisse

7.1 BS1: ERGEBNIS UMHÜLENDE - MAX- UND MIN-WERTE, SCHNITTGRÖßEN V_z , IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG Statische Analyse



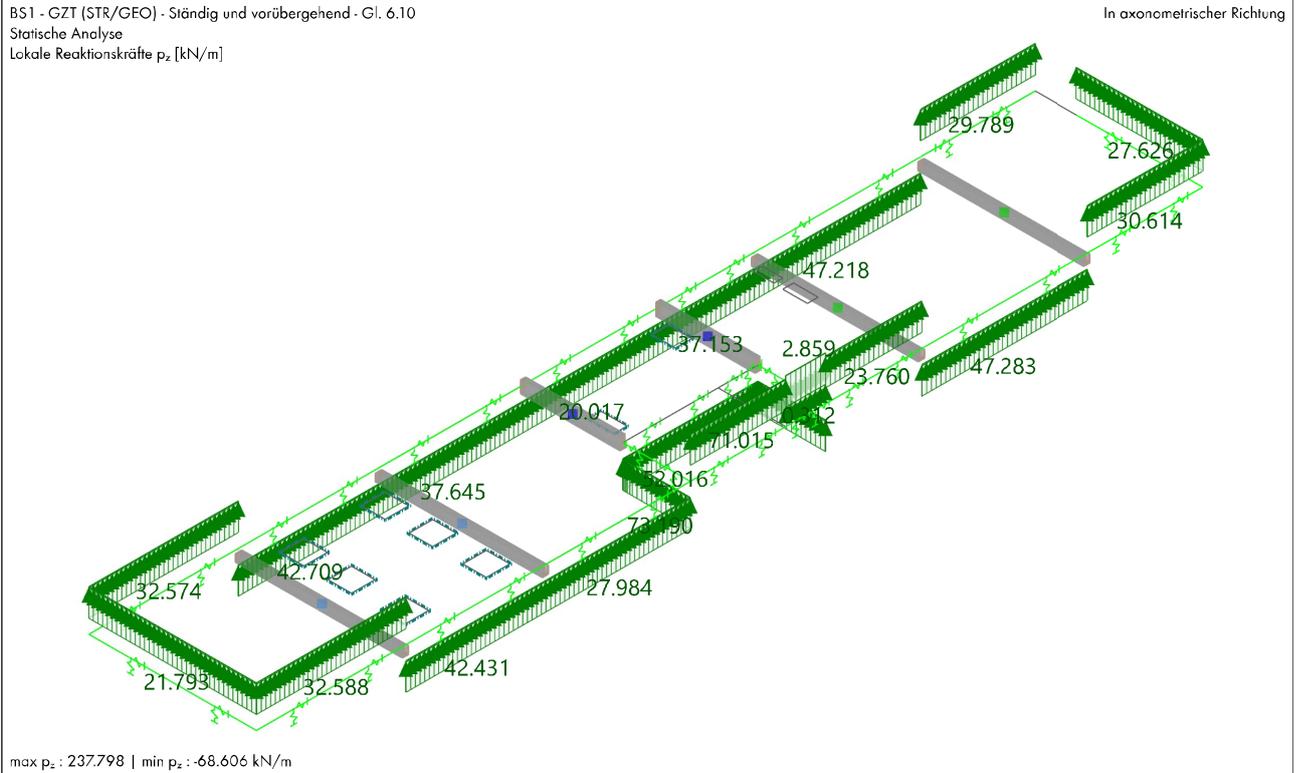
7.2 BS1: ERGEBNIS UMHÜLENDE - MAX- UND MIN-WERTE, SCHNITTGRÖßEN M_y , IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG Statische Analyse



7.3

BS1: ERGEBNIS UMHÜLENDE - MAX- UND MIN-WERTE, LINIENLAGER P_z , IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG

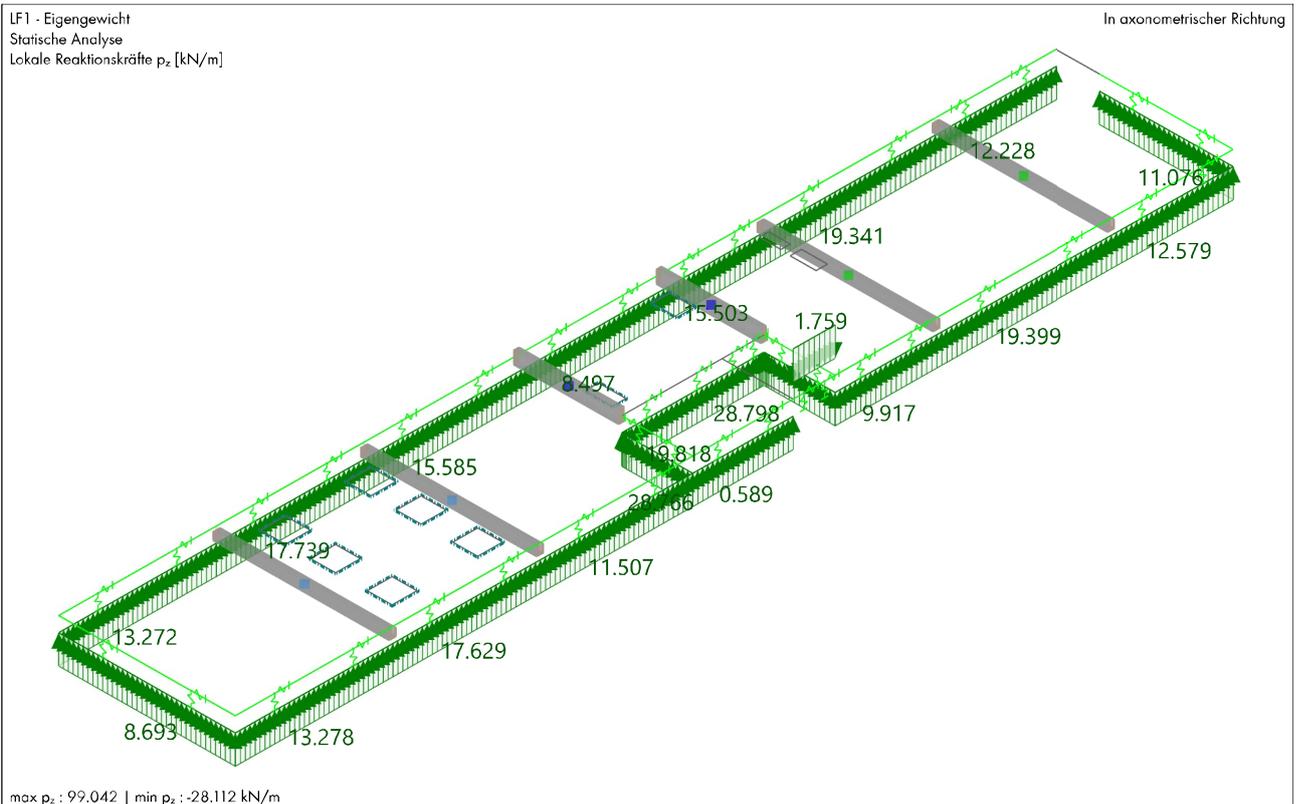
Statische Analyse



7.4

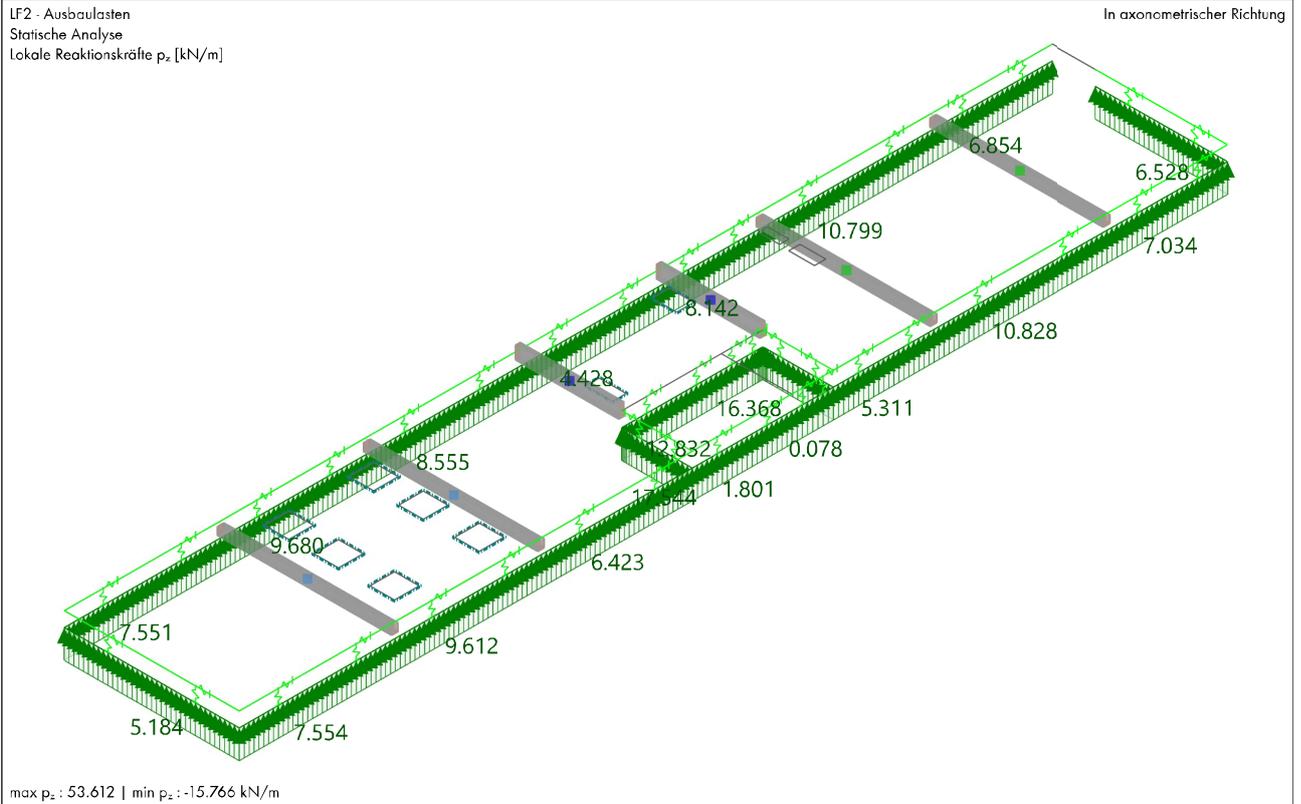
LF1: LINIENLAGER P_z , IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG

Statische Analyse



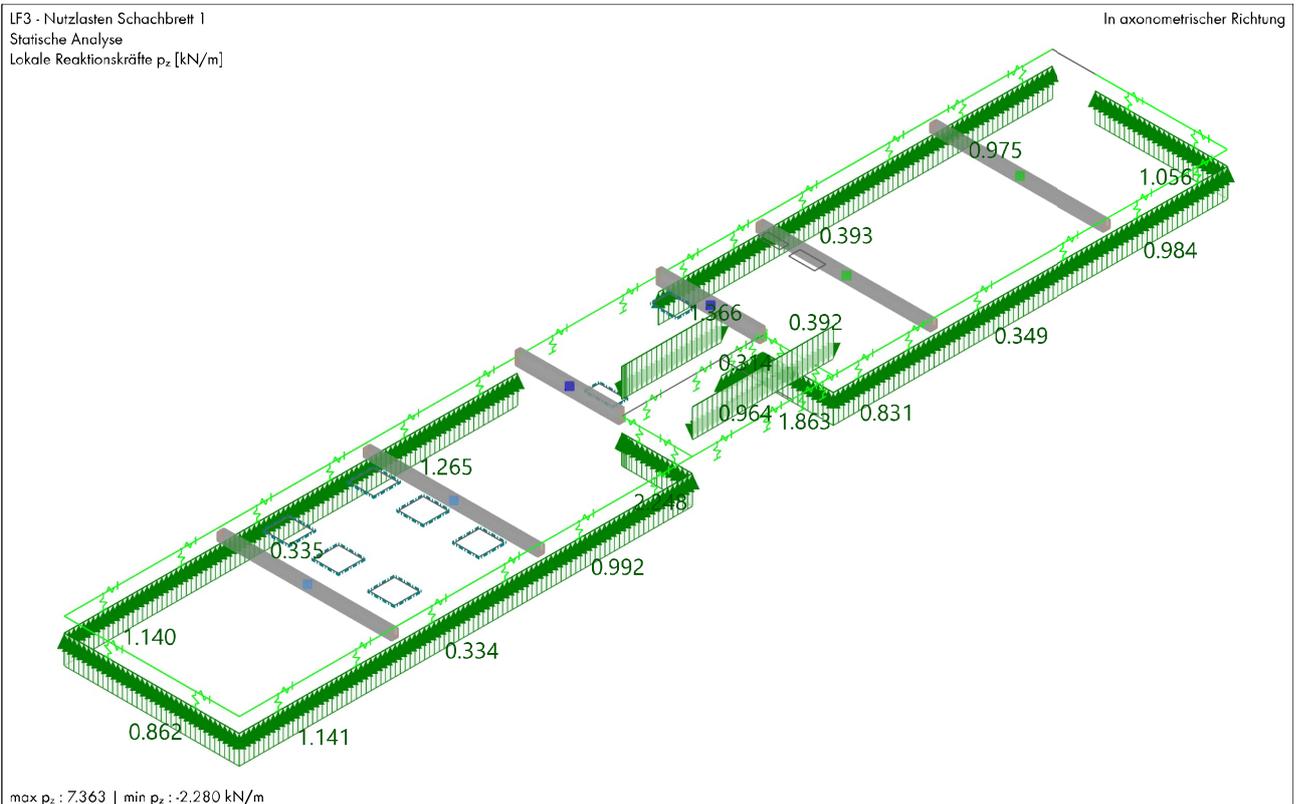
7.5 LF2: LINIENLAGER p_z , IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG

Statische Analyse



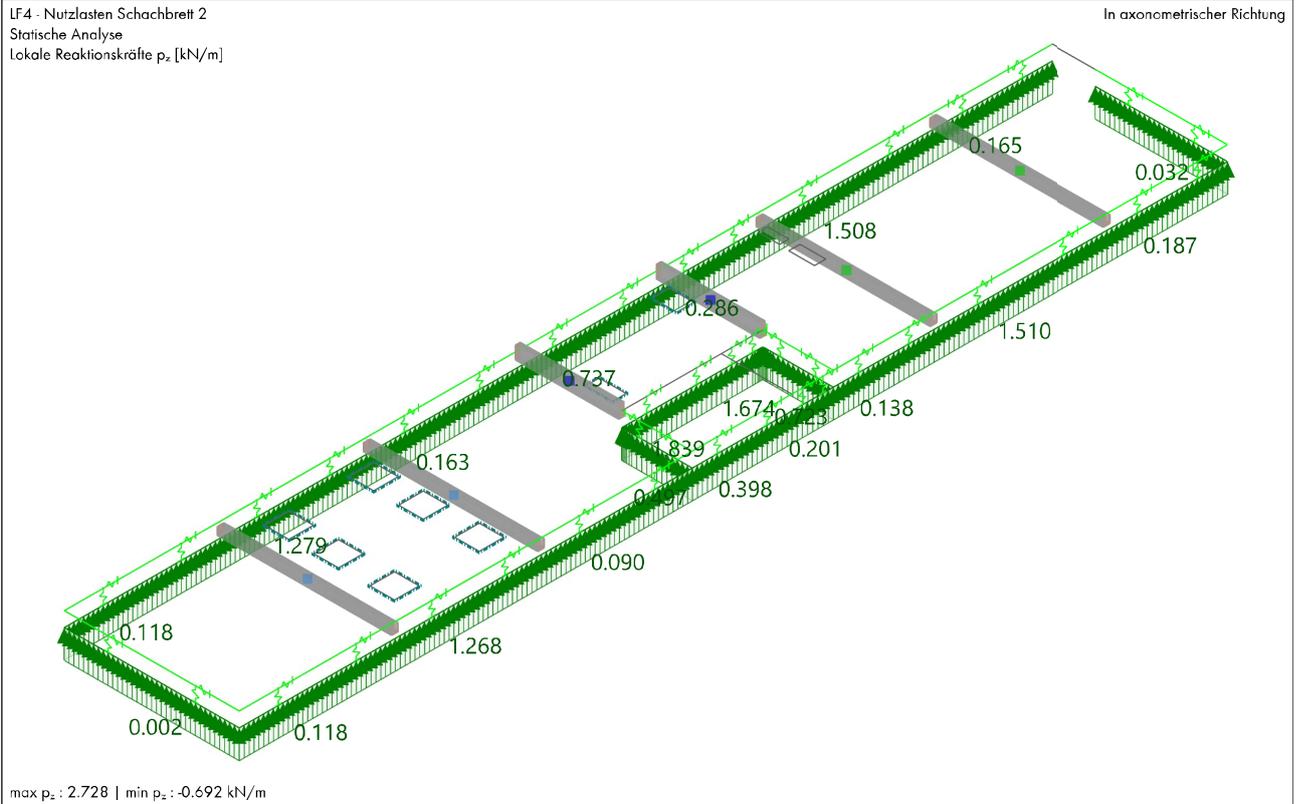
7.6 LF3: LINIENLAGER p_z , IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG

Statische Analyse



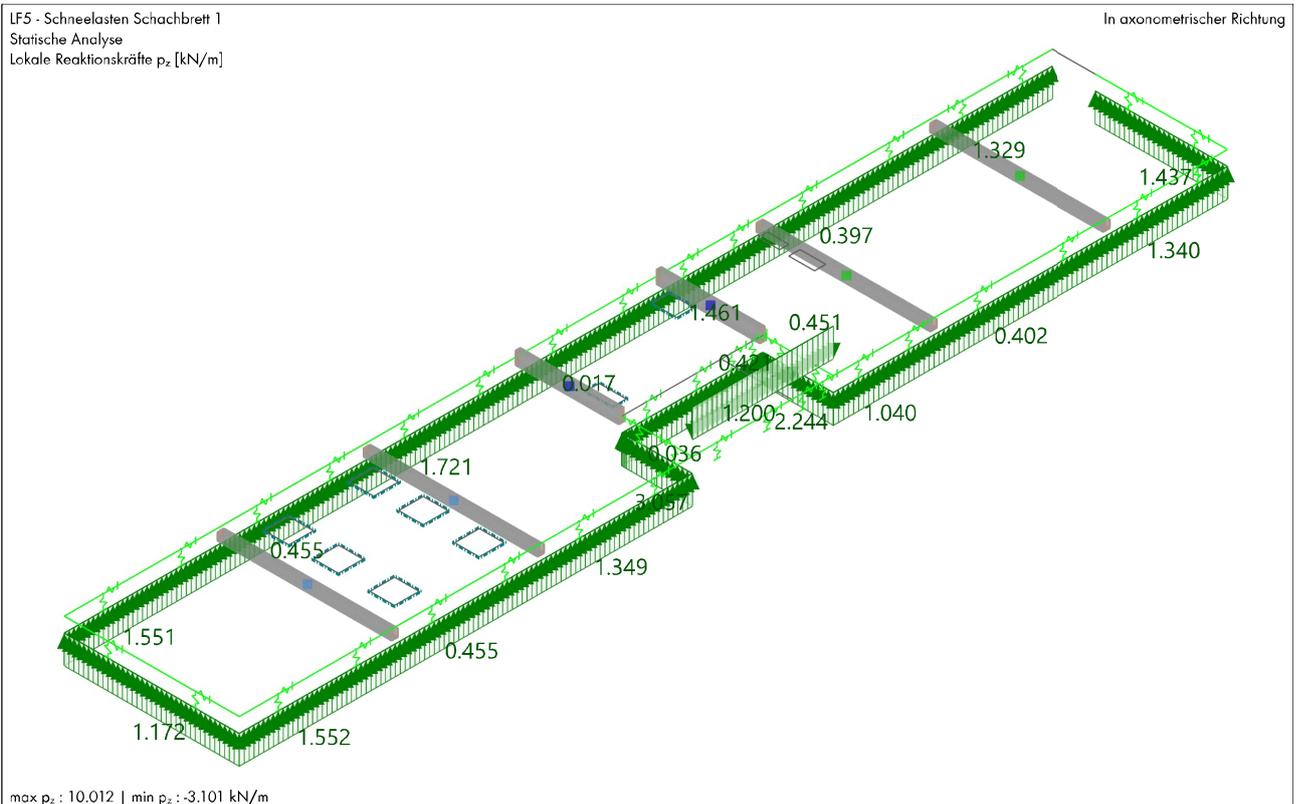
7.7 LF4: LINIENLAGER P_z , IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG

Statische Analyse



7.8 LF5: LINIENLAGER P_z , IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG

Statische Analyse

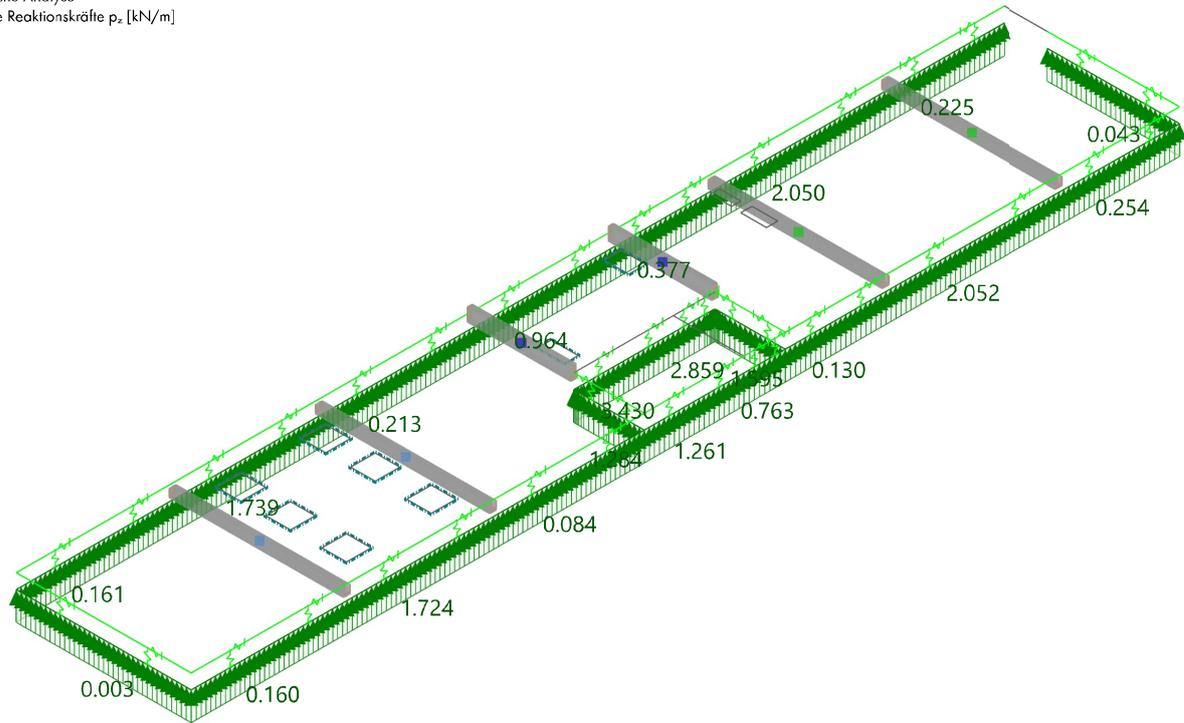


7.9 **LF6: LINIENLAGER P_z, IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG**

Statische Analyse

LF6 - Schneelasten Schachtbrett 2
Statische Analyse
Lokale Reaktionskräfte p_z [kN/m]

In axonometrischer Richtung



max p_z : 4.095 | min p_z : -0.941 kN/m

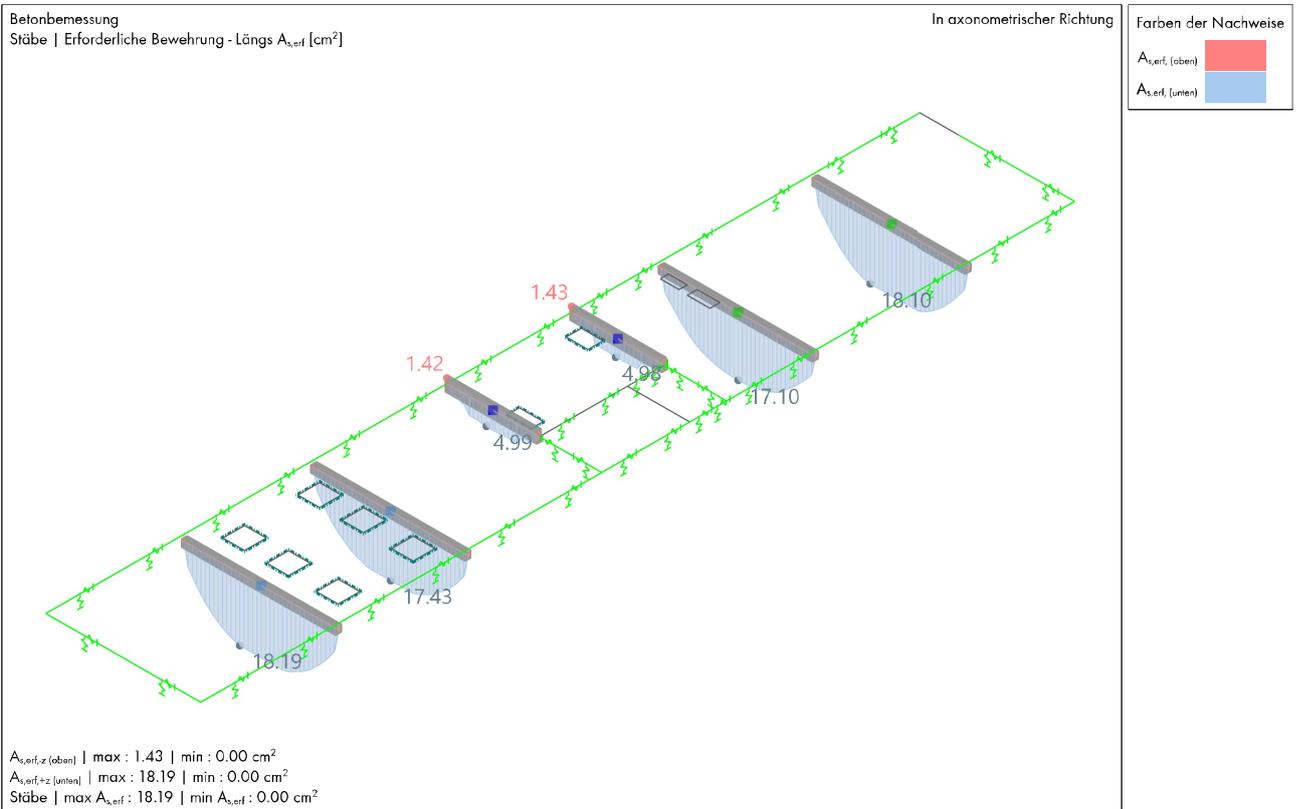
8 Betonbemessung

8.1 **BEMESSUNGSSITUATIONEN**

BS Nr.	EN 1990 DIN 2012-08 Bemessungssituationstyp	Zu Bemess.	Aktiv	EN 1992 DIN 2015-12 Bemessungssituationstyp	Zu bemessende Kombinationen für Aufzählungsmethode
1	Cz1 GZT (STR/GEO) - Ständig und vorübergehend - Gl. 6.10	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Cz1 GZT (STR/GEO) - Ständig und vorübergehend	Alle
2	G Ch GZG - Charakteristisch	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	G Cd GZG - Charakteristisch mit Direktlast	Alle
3	G Hä GZG - Häufig	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	G Hä GZG - Häufig	Alle
4	G Qs GZG - Quasi-ständig	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	G Qs GZG - Quasi-ständig	Alle

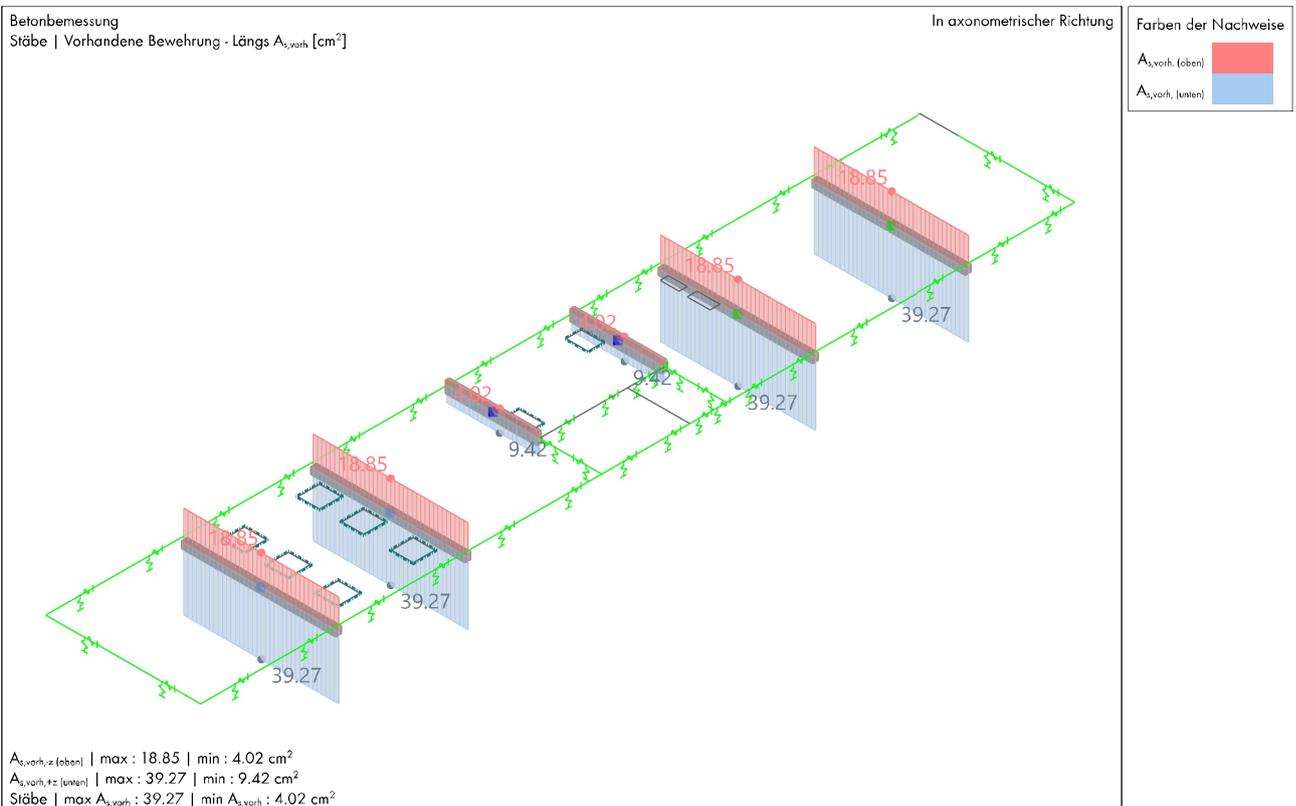
8.2.1 ERFORDERLICHE LÄNGSBEWEHRUNG UZ

Betonbemessung



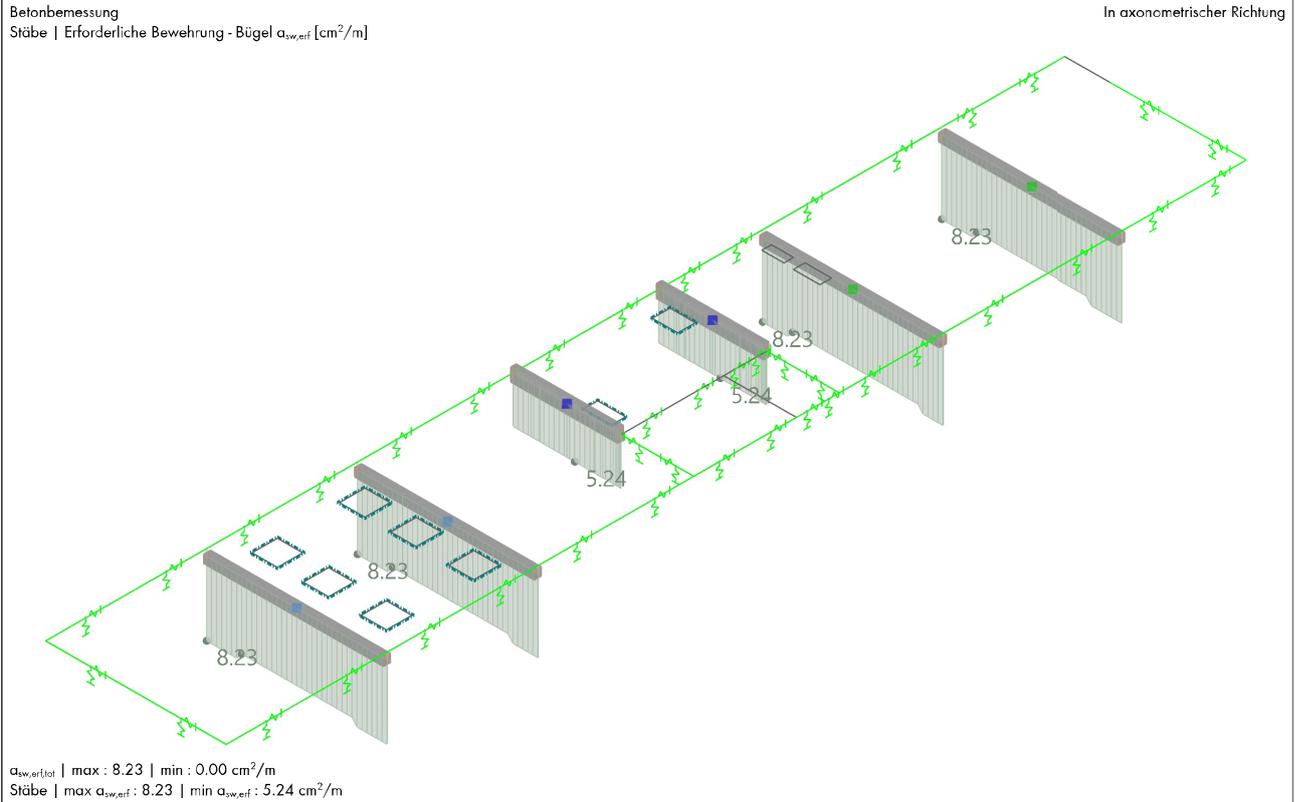
8.2.2 VORHANDENE LÄNGSBEWEHRUNG UZ

Betonbemessung



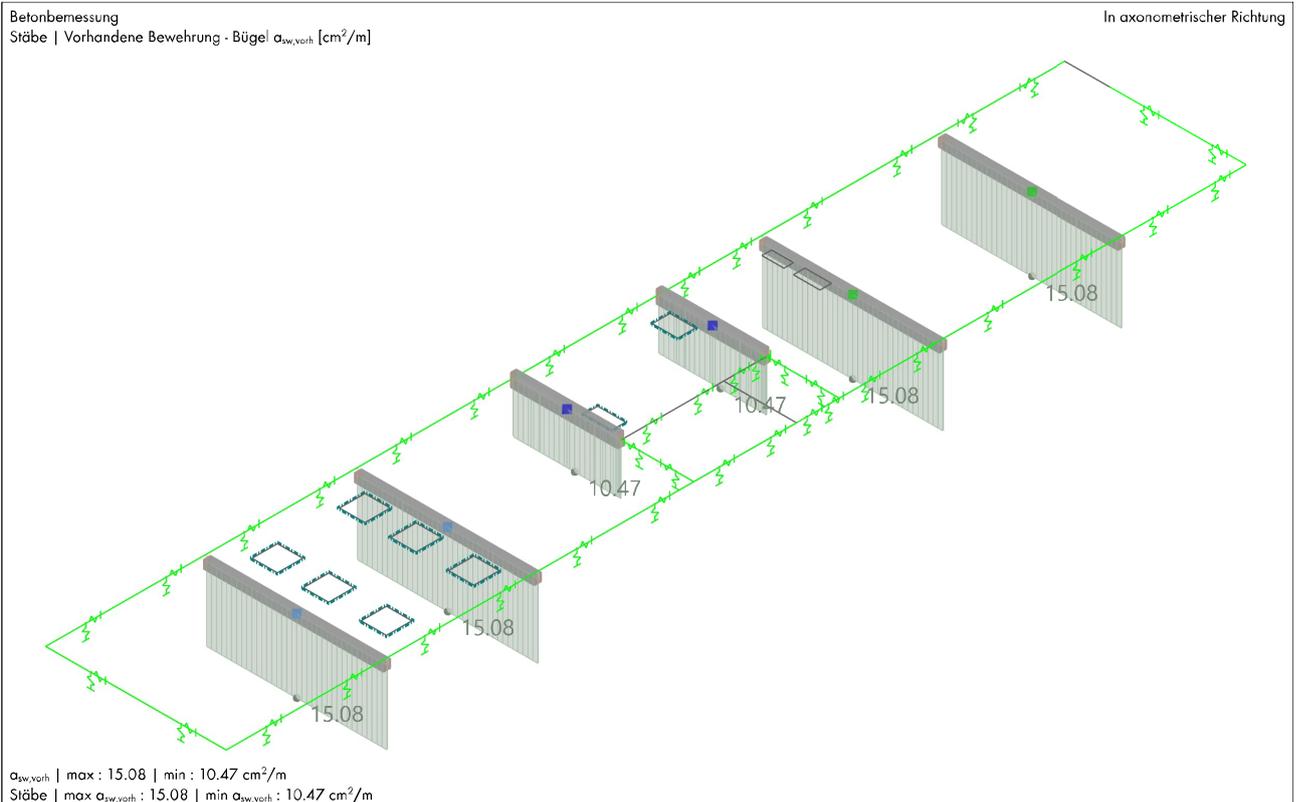
8.2.3 ERFORDERLICHE BÜGELBEWEHRUNG UZ

Betonbemessung



8.2.4 VORHANDENE BÜGELBEWEHRUNG UZ

Betonbemessung

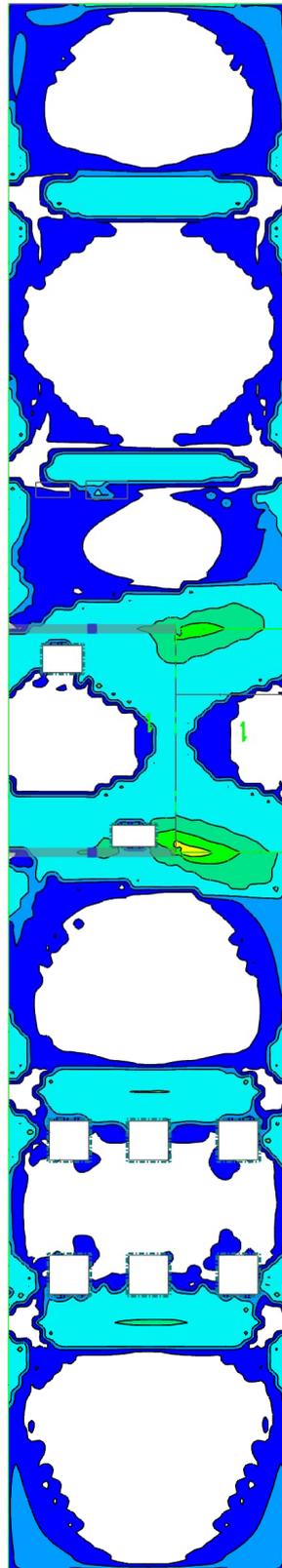


8.2.5 **ERFORDERLICHE OBERE BEWEHRUNGSLAGE $\alpha_{s,erf,1-z}$ (oben), X-RICHTUNG**

Betonbemessung

Betonbemessung
Flächenbewehrung $\alpha_{s,erf,1-z}$ (oben) [cm^2/m]

In axonometrischer Richtung



Betonbemessung Bewehrung flächenweise $\alpha_{s,erf,1-z}$ (oben) [cm^2/m]	
12.00	0.00 %
10.81	0.00 %
9.62	0.00 %
8.43	0.00 %
7.24	0.07 %
6.05	0.43 %
4.86	2.13 %
3.67	21.16 %
2.48	7.60 %
1.29	22.16 %
0.10	46.44 %
0.00	

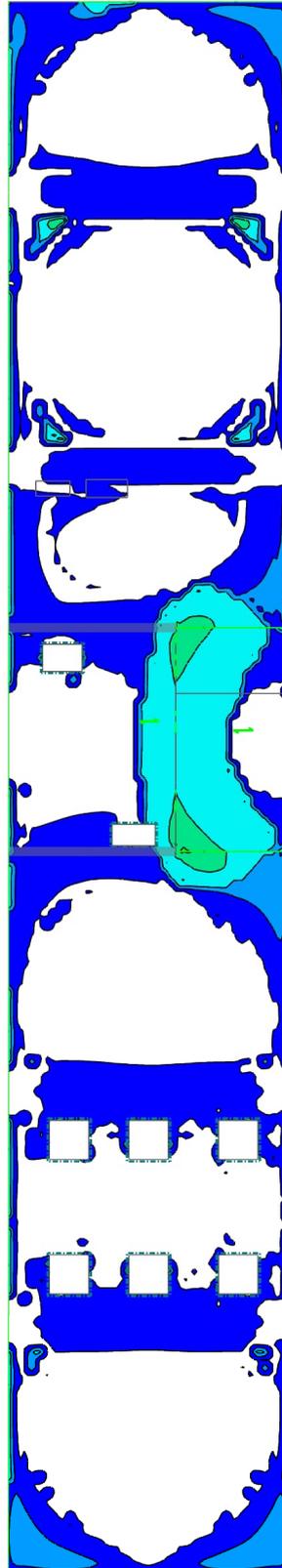
max $\alpha_{s,erf,1-z}$ (oben) : 7.25 | min $\alpha_{s,erf,1-z}$ (oben) : 0.00 cm^2/m

8.2.6 **ERFORDERLICHE OBERE BEWEHRUNGSLAGE $\alpha_{s,erf,2,z}$ (oben), Y-RICHTUNG**

Betonbemessung

Betonbemessung
Flächenbewehrung $\alpha_{s,erf,2,z}$ (oben) [cm^2/m]

In axonometrischer Richtung



Betonbemessung Bewehrung flächenweise $\alpha_{s,erf,2,z}$ (oben) [cm^2/m]	
12.00	0.00 %
10.81	0.00 %
9.62	0.00 %
8.43	0.00 %
7.24	0.00 %
6.05	0.01 %
4.86	0.94 %
3.67	6.93 %
2.48	5.27 %
1.29	28.68 %
0.10	58.18 %
0.00	

max $\alpha_{s,erf,2,z}$ (oben) : 5.05 | min $\alpha_{s,erf,2,z}$ (oben) : 0.00 cm^2/m

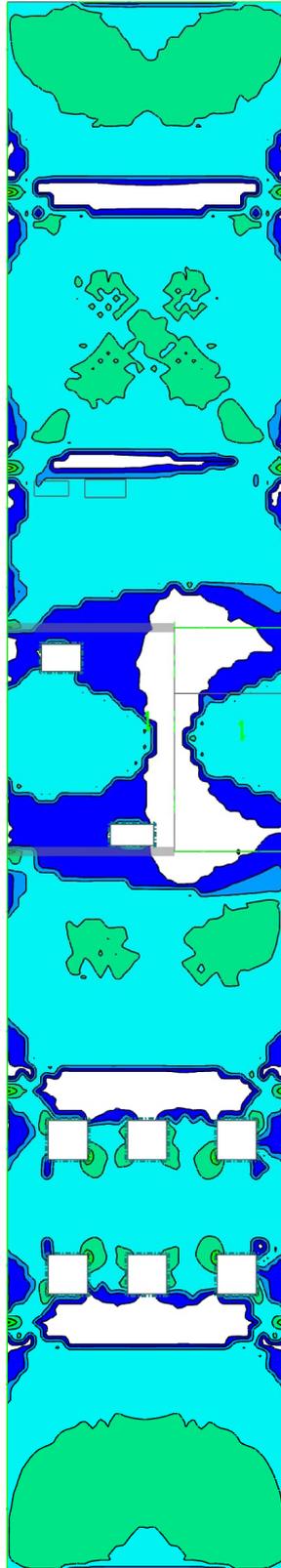
8.2.7 **ERFORDERLICHE UNTERE BEWEHRUNGSLAGE $\alpha_{s,erf,1,+z}$ (unten), X-RICHTUNG**

Betonbemessung

Betonbemessung
 Flächenbewehrung $\alpha_{s,erf,1,+z}$ [cm²/m]

In axonometrischer Richtung

Betonbemessung I	
Bewehrung flächenweise	
$\alpha_{s,erf,1,+z}$ [unten] [cm ² /m]	
12.00	0.00 %
10.81	0.00 %
9.62	0.00 %
8.43	0.00 %
7.24	0.02 %
6.05	0.20 %
4.86	19.52 %
3.67	54.17 %
2.48	4.68 %
1.29	10.83 %
0.10	
0.00	10.58 %



max $\alpha_{s,erf,1,+z}$ [unten] : 7.05 | min $\alpha_{s,erf,1,+z}$ [unten] : 0.00 cm²/m

8.2.8 **ERFORDERLICHE UNTERE BEWEHRUNGSLAGE $\alpha_{s,erf,2,+z}$ (unten), Y-RICHTUNG**

Betonbemessung

Betonbemessung
 Flächenbewehrung $\alpha_{s,erf,2,+z}$ (unten) [cm^2/m]

In axonometrischer Richtung



Betonbemessung |
 Bewehrung flächenweise
 $\alpha_{s,erf,2,+z}$ (unten) [cm^2/m]

12.00	0.00 %
10.81	0.00 %
9.62	0.00 %
8.43	0.02 %
7.24	0.11 %
6.05	9.74 %
4.86	41.35 %
3.67	27.10 %
2.48	3.53 %
1.29	6.90 %
0.10	11.25 %
0.00	

max $\alpha_{s,erf,2,+z}$ (unten) : 8.19 | min $\alpha_{s,erf,2,+z}$ (unten) : 0.00 cm^2/m

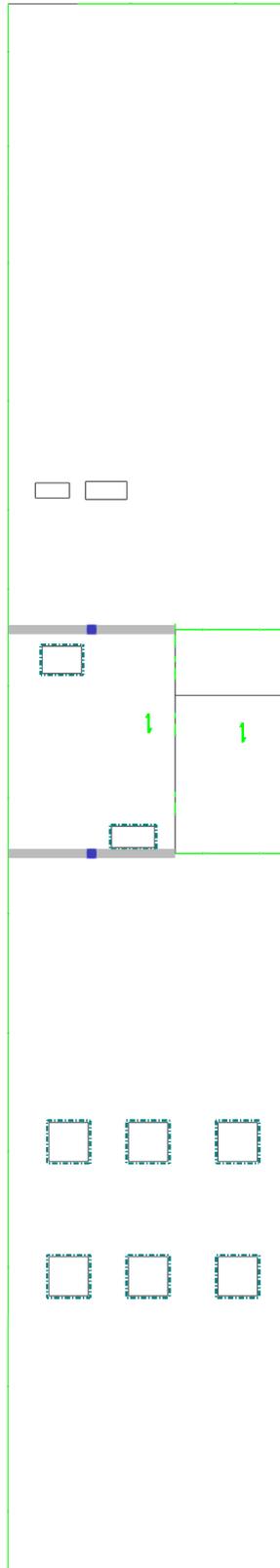
8.2.9 **VORHANDENE OBERE BEWEHRUNGSLAGE $\alpha_{s,vorh,1,-z}$ (oben), X-RICHTUNG**

Betonbemessung

Betonbemessung
 Flächenbewehrung $\alpha_{s,vorh,1,-z}$ (oben) [cm^2/m]

In axonometrischer Richtung

Betonbemessung Bewehrung flächenweise	
$\alpha_{s,vorh,1,-z}$ (oben) [cm^2/m]	
5.24	0.00 %
5.24	0.00 %
5.24	0.00 %
5.24	0.00 %
5.24	0.00 %
5.24	0.00 %
5.24	0.00 %
5.24	0.00 %
5.24	0.00 %
5.24	0.00 %
5.24	0.00 %
5.24	100.00 %
5.24	



max $\alpha_{s,vorh,1,-z}$ (ebenen) : 5.24 | min $\alpha_{s,vorh,1,-z}$ (ebenen) : 5.24 cm^2/m

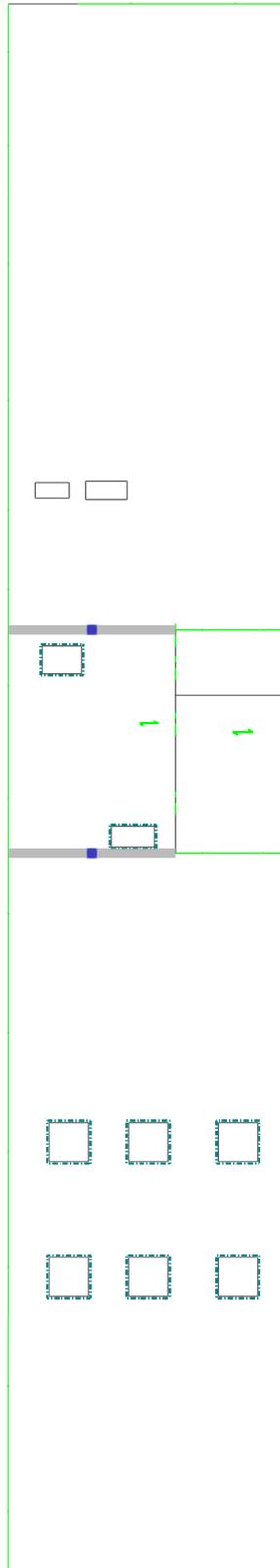
8.2.10 **VORHANDENE OBERE BEWEHRUNGSLAGE $\alpha_{s,vorh,2-z}$ (oben), Y-RICHTUNG**

Betonbemessung

Betonbemessung
 Flächenbewehrung $\alpha_{s,vorh,2-z}$ (oben) [cm²/m]

In axonometrischer Richtung

Betonbemessung Bewehrung flächenweise	
$\alpha_{s,vorh,2-z}$ (oben) [cm ² /m]	
5.24	0.00 %
5.24	0.00 %
5.24	0.00 %
5.24	0.00 %
5.24	0.00 %
5.24	0.00 %
5.24	0.00 %
5.24	0.00 %
5.24	0.00 %
5.24	0.00 %
5.24	0.00 %
5.24	100.00 %
5.24	



max $\alpha_{s,vorh,2-z}$ (oben) : 5.24 | min $\alpha_{s,vorh,2-z}$ (oben) : 5.24 cm²/m

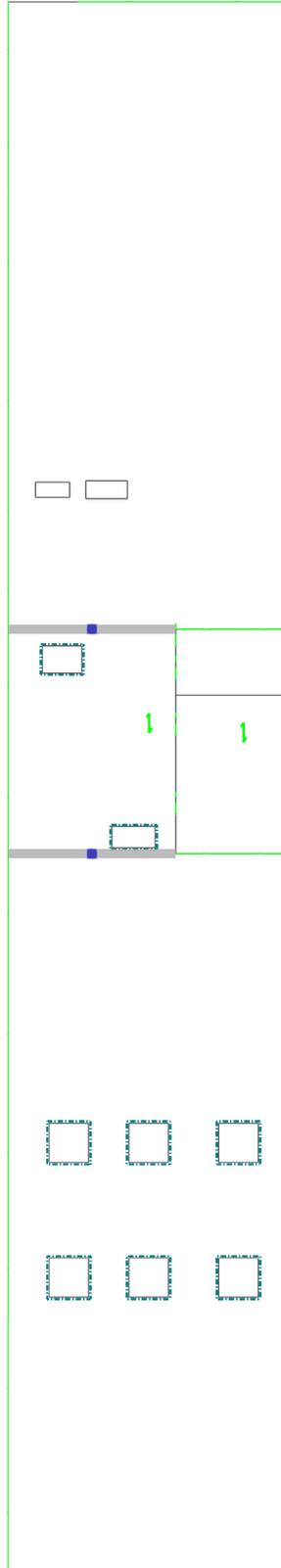
8.2.11 **VORHANDENE UNTERE BEWEHRUNGSLAGE $\alpha_{s,vorh,1,+z}$ (unten), X-RICHTUNG**

Betonbemessung

Betonbemessung
Flächenbewehrung $\alpha_{s,vorh,1,+z}$ (unten) [cm^2/m]

In axonometrischer Richtung

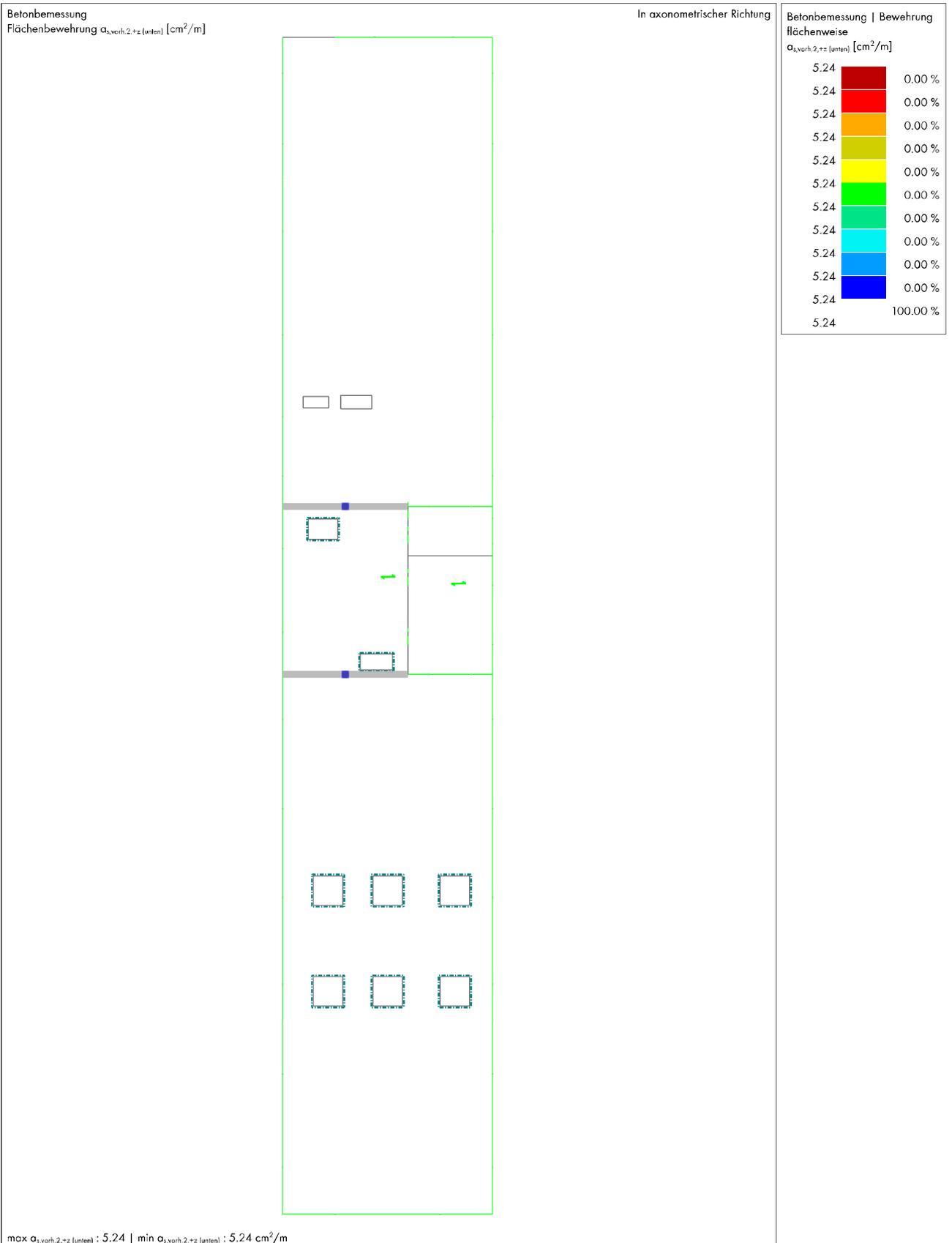
Betonbemessung Bewehrung flächenweise	
$\alpha_{s,vorh,1,+z}$ (unten) [cm^2/m]	
5.24	0.00 %
5.24	0.00 %
5.24	0.00 %
5.24	0.00 %
5.24	0.00 %
5.24	0.00 %
5.24	0.00 %
5.24	0.00 %
5.24	0.00 %
5.24	0.00 %
5.24	0.00 %
5.24	100.00 %
5.24	



max $\alpha_{s,vorh,1,+z}$ (unten) : 5.24 | min $\alpha_{s,vorh,1,+z}$ (unten) : 5.24 cm^2/m

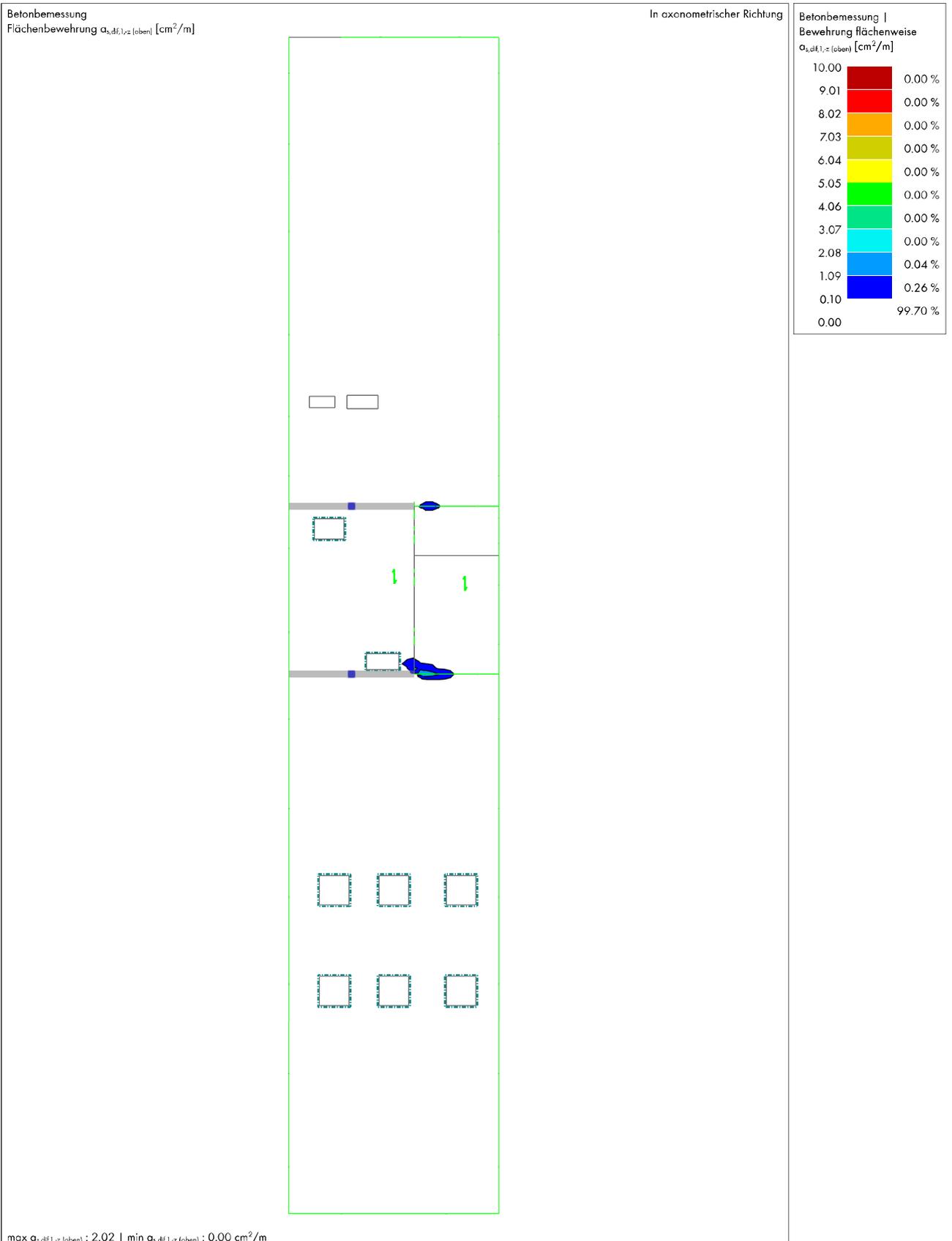
8.2.12 **VORHANDENE UNTERE BEWEHRUNGSLAGE $\alpha_{s,vorh,2,+z}$ (unten), Y-RICHTUNG**

Betonbemessung



8.2.13 **NICHT ABGEDECKTE OBERE BEWEHRUNGSLAGE $\alpha_{s,dif,1-z}$ (oben), X-RICHTUNG**

Betonbemessung



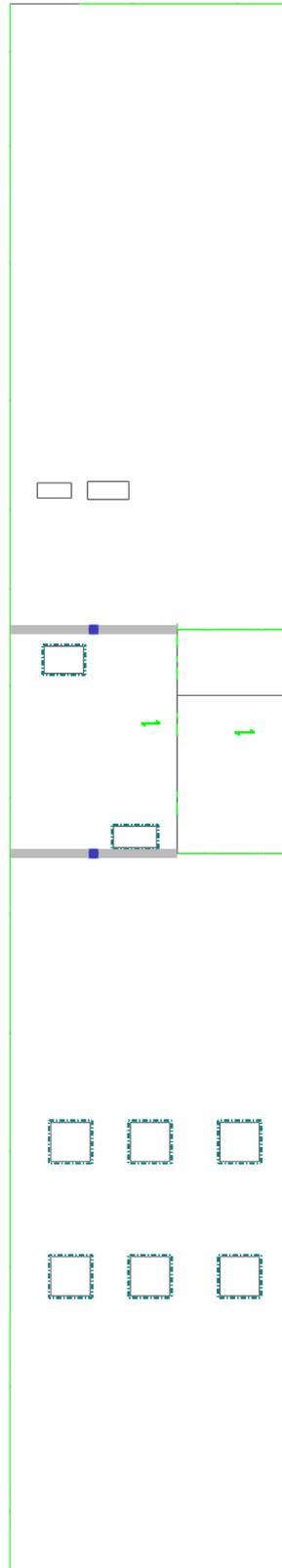
8.2.14 NICHT ABGEDECKTE OBERE BEWEHRUNGSLAGE $\alpha_{s,dif,2,-z}$ (oben), Y-RICHTUNG

Betonbemessung

Betonbemessung
Flächenbewehrung $\alpha_{s,dif,2,-z}$ (oben) [cm^2/m]

In axonometrischer Richtung

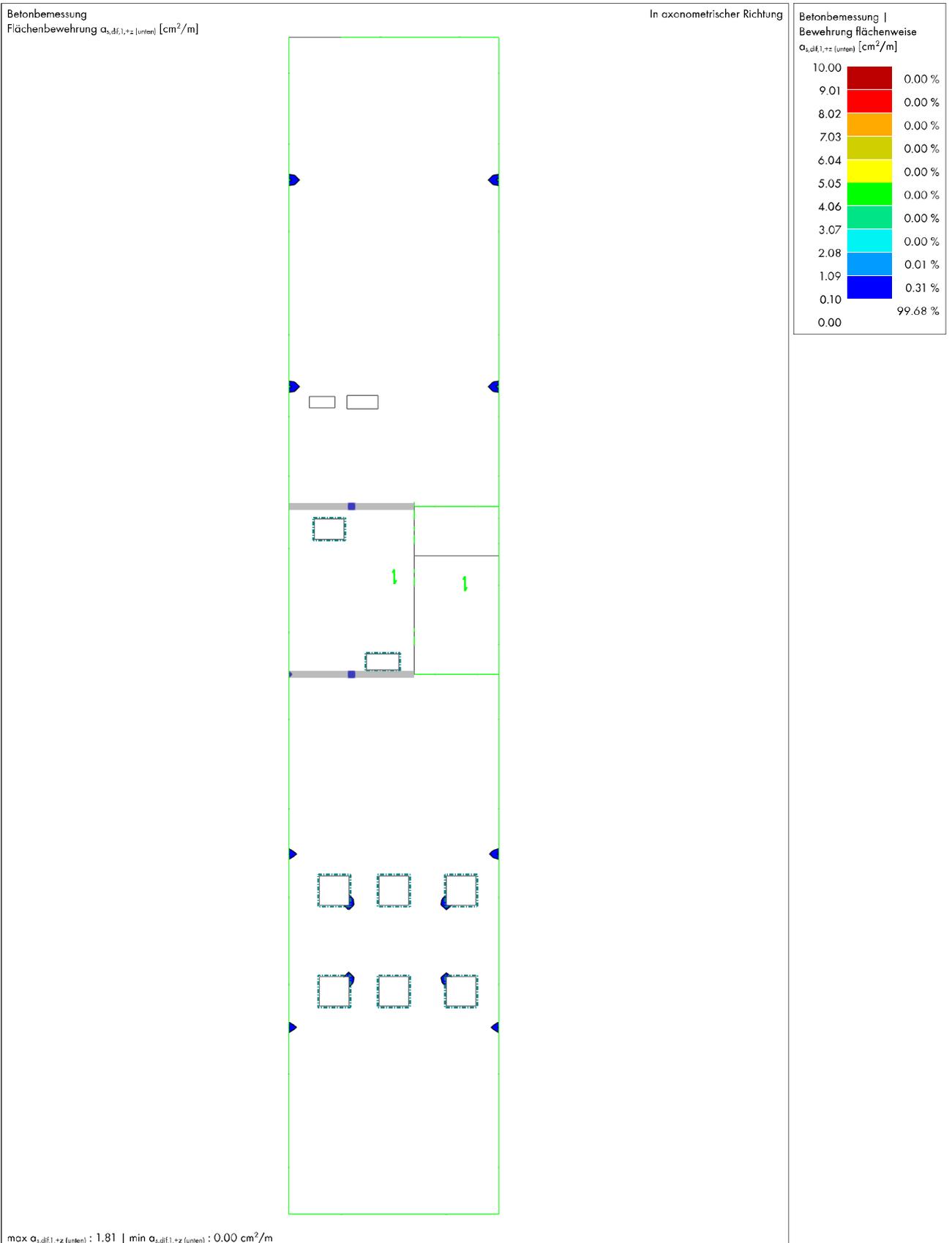
Betonbemessung Bewehrung flächenweise	
$\alpha_{s,dif,2,-z}$ (oben) [cm^2/m]	
10.00	0.00 %
9.01	0.00 %
8.02	0.00 %
7.03	0.00 %
6.04	0.00 %
5.05	0.00 %
4.06	0.00 %
3.07	0.00 %
2.08	0.00 %
1.09	0.00 %
0.10	100.00 %
0.00	



max $\alpha_{s,dif,2,-z}$ (oben) : 0.00 | min $\alpha_{s,dif,2,-z}$ (oben) : 0.00 cm^2/m

8.2.15 **NICHT ABGEDECKTE UNTERE BEWEHRUNGSLAGE $\alpha_{s,dif,1,+z}$ (unten), X-RICHTUNG**

Betonbemessung



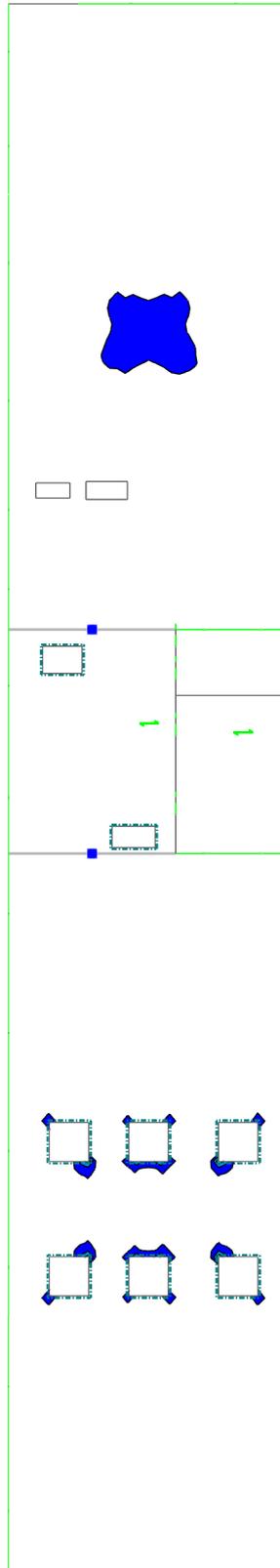
8.2.16 **NICHT ABGEDECKTE UNTERE BEWEHRUNGSLAGE $\alpha_{s,dif,2,+z}$ (unten), Y-RICHTUNG**

Betonbemessung

Betonbemessung
 Flächenbewehrung $\alpha_{s,dif,2,+z}$ (unten) [cm²/m]

In axonometrischer Richtung

Betonbemessung Bewehrung flächenweise $\alpha_{s,dif,2,+z}$ (unten) [cm ² /m]	
10.00	0.00 %
9.01	0.00 %
8.02	0.00 %
7.03	0.00 %
6.04	0.00 %
5.05	0.00 %
4.06	0.00 %
3.07	0.01 %
2.08	0.07 %
1.09	1.92 %
0.10	
0.00	98.00 %



max $\alpha_{s,dif,2,+z}$ (unten) : 2.95 | min $\alpha_{s,dif,2,+z}$ (unten) : 0.00 cm²/m

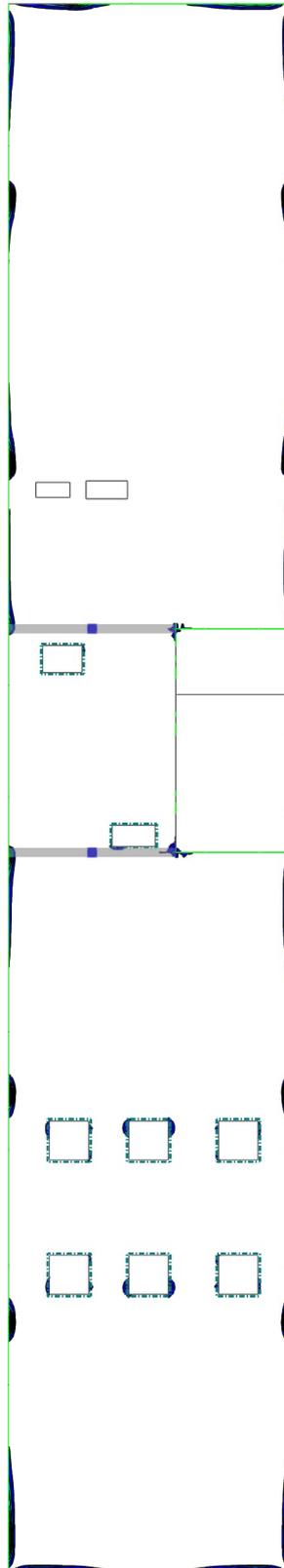
8.2.17 ERFORDERLICHE QUERBEWEHRUNG $a_{sw,erf}$

Betonbemessung

Betonbemessung
Flächenbewehrung $a_{sw,erf}$ [cm²/m²]

In axonometrischer Richtung

Betonbemessung Bewehrung flächenweise $a_{sw,erf}$ [cm ² /m ²]	
61.64	0.00 %
56.04	0.01 %
50.44	0.01 %
44.83	0.02 %
39.23	0.02 %
33.62	0.04 %
28.02	0.11 %
22.42	0.22 %
16.81	0.43 %
11.21	1.10 %
5.60	
0.00	98.03 %



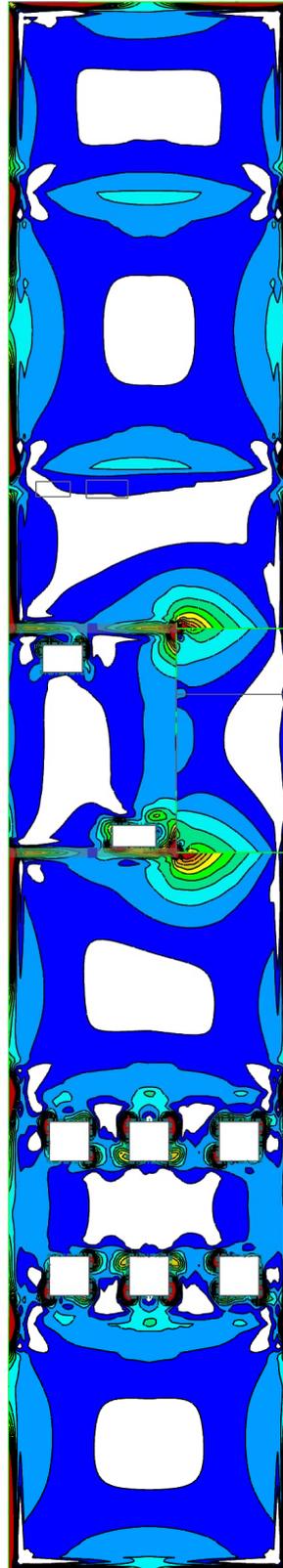
max $a_{sw,erf}$: 61.64 | min $a_{sw,erf}$: 0.00 cm²/m²

8.2.18 **NACHWEIS SCHUBSPANNUNG V_{Ed} / V_{Rd}**

Betonbemessung

Betonbemessung
 Flächennachweis UI0203.02 | v_{Ed} / v_{Rd}

In axonometrischer Richtung



Betonbemessung |
 Nachweise nach Flächen

3.703	2.26 %
1.000	0.42 %
0.900	0.49 %
0.800	0.68 %
0.700	0.92 %
0.600	1.35 %
0.500	2.23 %
0.400	5.50 %
0.300	23.08 %
0.200	41.28 %
0.100	21.79 %
0.000	

max UI0203.02 | v_{Ed} / v_{Rd} : 3.703 | min UI0203.02 | v_{Ed} / v_{Rd} : 0.001

8.2.19 **GLOBALE VERFORMUNGEN |u|, GZG ZUSTAND II**

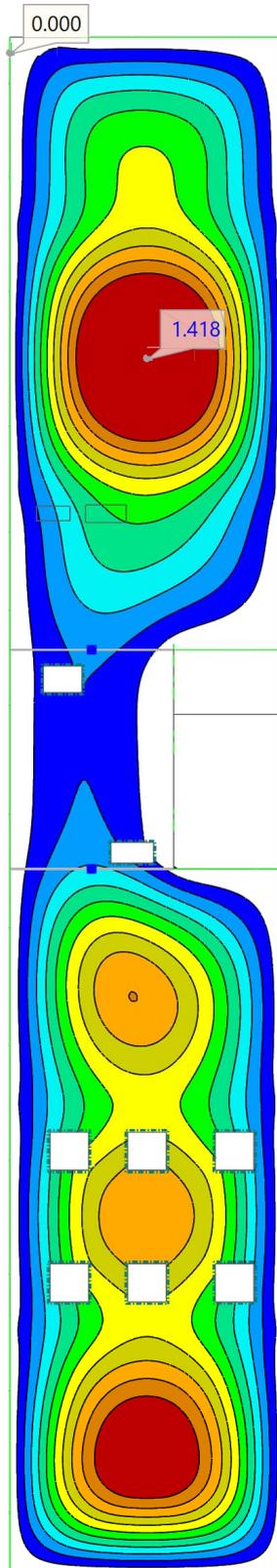
Betonbemessung

Betonbemessung
 Flächennachweis SE0400 | |u| / u_{lim} |

In axonometrischer Richtung

Betonbemessung |
 Nachweise nach Flächen

1.418	6.84 %
1.000	2.61 %
0.900	6.15 %
0.800	6.53 %
0.700	9.28 %
0.600	8.53 %
0.500	8.49 %
0.400	9.03 %
0.300	10.47 %
0.200	13.43 %
0.100	18.63 %
0.000	



max SE0400 | |u| / u_{lim} | : 1.418 | min SE0400 | |u| / u_{lim} | : 0.000

8.2.20 **GLOBALE VERFORMUNGEN |u|, GZG ZUSTAND II**

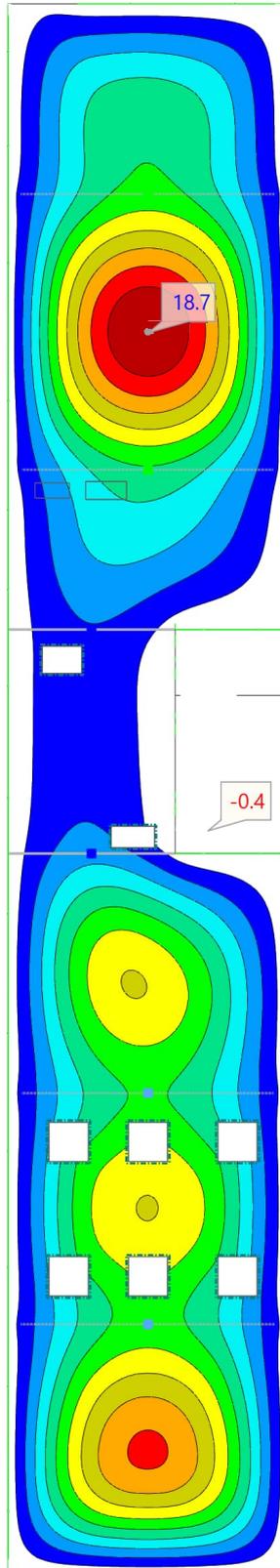
Betonbemessung

Betonbemessung
 Flächennachweis u_z [mm]

In axonometrischer Richtung

Betonbemessung I
 Nachweise nach Flächen
 u_z [mm]

18.7	1.26 %
17.0	1.74 %
15.2	3.13 %
13.5	3.80 %
11.8	8.08 %
10.0	10.45 %
8.3	11.70 %
6.5	11.59 %
4.8	12.94 %
3.1	17.21 %
1.3	18.11 %
-0.4	

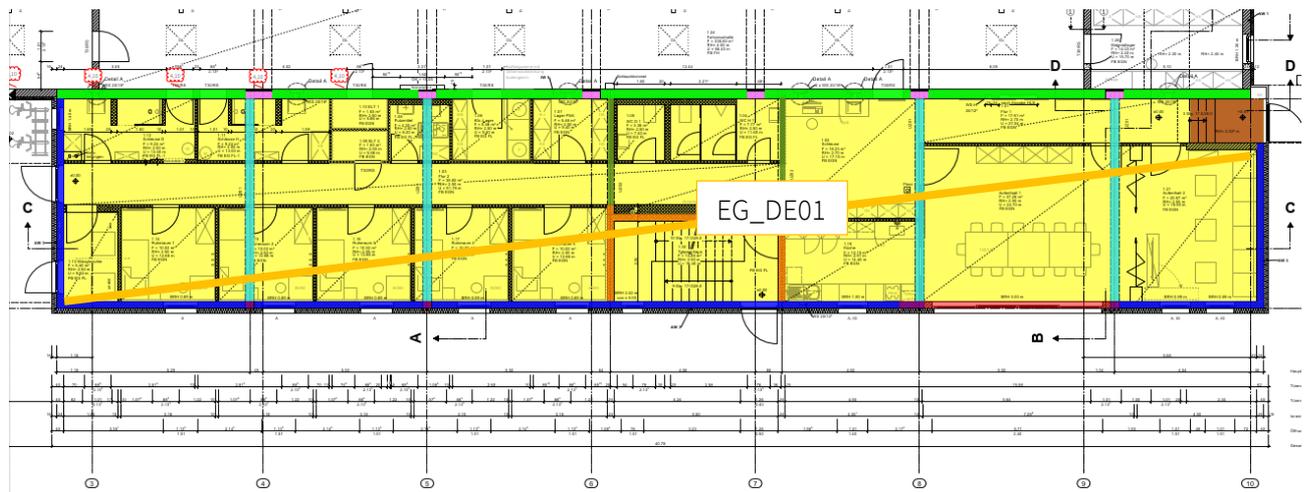


max u_z : 18.7 | min u_z : -0.4 mm

3.1.2 Pos. EG_DE01: Decke über EG, Sozialbau

Es folgt die Bemessung der oben genannten Decke über EG im Bereich der Achsen B-C/3-10. Die Decke wird in HFT-Bauweise ausgeführt. Der Nachweis der Decken erfolgt am Einzelmodell unter Berücksichtigung der Steifigkeiten von Rippen. Rissweiten und Verformungen werden dabei anhand der eingelegten Bewehrung nichtlinear im Zustand II berechnet.

Auszug Architekturplan



Geometrie/Material

Stahlbeton	C25/30 XC1, WO;	$w = 0,40 \text{ mm}$
Betonstahl	B500	
Abmessungen	$h = 20 \text{ cm}$	
Betondeckung	$c_{\text{nom}} = 2,0 \text{ cm}$ (oben + unten)	
Bewehrung oben	Q524 Matte	
Bewehrung unten	Q524 Matte	
Zulagen	gemäß RFEM-Ausdruck	
Durchstanzen	Achse B/9-10: Dübelleisten 3 x HDB-10/165-3/360, Kollapsbewehrung $A_{\text{su}} \geq 1,1 \text{ cm}^2$	
Hinweise	Überhöhung von 1,0 cm beachten!	

Lastannahmen

Lasten gemäß Kapitel Vorbemerkungen. Nicht aufgeführte, zusätzliche Lasten durch Auf- und Einbauten oder angrenzende Bauteile werden als Knoten-, Linien- oder Flächenlasten definiert.

Ständige Lasten:

Eigenlasten programmintern	Wichte Stahlbeton 25 kN/m ³			
Fußbodenaufbau		$g_k =$	2,60	kN/m ²
Treppenlauf EG_TL01		$g_k =$	14,2	kN/m

Veränderliche Lasten:

Nutzlast Kat. B2	inkl. leichter Trennwandzuschlag 0,8 kN/m ²	$q_{k,1} =$	3,80	kN/m ²
Unterhanglasten		$q_{k,2} =$	0,50	kN/m ²
Treppenlauf EG_TL01		$q_{k,3} =$	7,9	kN/m
Gerätelasten, TGA:	(als Differenz zur Nutzlast angesetzt)			
➤ Heizkessel 1000l	13,0 kN / 0,5 m ² - 3,8 kN/m ²	$q_{k,4} =$	22,2	kN/m ²
➤ GLT Schaltschrank	4,5 kN / (1,2 m x 0,6 m) - 3,8 kN/m ²	$q_{k,5} =$	2,45	kN/m ²
➤ RLT Gerät	8,0 kN / (2,28 m x 0,76 m) - 3,8 kN/m ²	$q_{k,6} =$	0,82	kN/m ²

Nachweis der Rissbreitenbeschränkung

Hinweise nach Tab. 3 sind bei Bauausführung zu beachten

Tabelle 3. Empfohlene Anhaltswerte für die Betonzugfestigkeit bei Zwang aus Abfließen der Hydratationswärme (Tabelle 7 aus DBV [1])

S	1	2	3	4	5
Z	Festigkeitsentwicklung des Betons	Bauteildicke h			
		$\leq 0,30$ m	$\leq 0,80$ m	$\leq 2,0$ m	$> 2,0$ m
1	langsam ($r < 0,30$) ^{1) 2)}	– ³⁾	$0,60f_{ctm}$	$0,70f_{ctm}$ ⁴⁾	$0,80f_{ctm}$ ⁴⁾
2	mittel ($r < 0,50$) ¹⁾	$0,65f_{ctm}$	$0,75f_{ctm}$	$0,85f_{ctm}$	$0,95f_{ctm}$
3	schnell ($r \geq 0,50$) ¹⁾	$0,80f_{ctm}$	$0,90f_{ctm}$	$1,0f_{ctm}$	$1,00f_{ctm}$

¹⁾ Die Festigkeitsentwicklung des Betons wird durch das Verhältnis $r = f_{cm}(2 \text{ d}) / f_{cm}(28 \text{ d})$ beschrieben, das bei der Eignungsprüfung oder auf der Grundlage eines bekannten Verhältnisses von Beton vergleichbarer Zusammensetzung (d. h. gleicher Zement, gleicher w/z-Wert) ermittelt wurde.

Wird bei besonderen Anwendungen die Druckfestigkeit zu einem späteren Zeitpunkt $t > 28$ Tage bestimmt, ist das Verhältnis der mittleren Druckfestigkeit nach 2 Tagen $f_{cm}(2 \text{ d})$ zur mittleren Druckfestigkeit zum Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit $f_{cm}(t)$ zu ermitteln oder es ist vom Betonhersteller eine Festigkeitsentwicklungskurve bei 20 °C zwischen 2 Tagen und dem Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit anzugeben.

²⁾ Bei Festigkeitsklassen $\geq C30/37$ ist es i. d. R. nicht möglich, das Festigkeitsverhältnis $r \leq 0,30$ bezogen auf 28 Tage zu begrenzen. In diesen Fällen ist es erforderlich, den Zeitpunkt des Nachweises der Festigkeitsklasse auf einen späteren Zeitpunkt (z. B. 56 Tage) zu vereinbaren.

³⁾ Die Auslegung der Bewehrung bei dünnen Bauteilen auf eine langsame Festigkeitsentwicklung ist nicht sinnvoll. Es sollte grundsätzlich mindestens eine mittlere Festigkeitsentwicklung angenommen werden.

⁴⁾ Der empfohlene Anhaltswert für massive Bauteile ist erst bei der Verwendung von langsam erhärtenden Betonen mit einem Prüfalter von 91 Tagen zu erwarten.

Begrenzung der Rissbreite unter zentrischen Zwang $k_c = 1,0$			
(Direkte Berechnung nach DIN EN 1992-1-1, 7.3.2 + NA)			
Bewehrungsrichtung		x- Richtung	y- Richtung
Beton	Betongüte	C25/30	
	Betonzugfestigkeit	f_{ctm} [N/mm ²]	2,60
	Festigkeitsentwicklung des Betons	r	< 0,5
	Beiwert für Zeitpunkt Rissbildung	$k_{z,t}$ [%]	65
	wirksame Zugfestigkeit	$f_{ct,eff}$ [N/mm ²]	1,69
Bewehrung	Stahlsorte	B	B 500
	Elastizitätsmodul	E_s [N/mm ²]	200.000
		E_{cm} [N/mm ²]	31.000
	Durchmesser	d_s/d_{sv} [mm]	10 10
	Stababstand	s [cm]	15,0 15,0
	Mattenbewehrung	(j / n)	j j
	Querschnitt je Bauteilseite	$A_{s1}=A_{s2}$ [cm ² /m]	5,24 5,24
	Gesamtquerschnitt	vorh A_s [cm ² /m]	10,47 10,47
Abmessung	Betonüberdeckung	c_{nom} [cm]	2,0 3,0
	Bauteilhöhe	h [cm]	20,0
	Betonquerschnitt	A_{ct} [cm ² /m]	2.000,0
	Achsabstand Bewehrung	d_1 [cm]	2,5 3,5
	Wirkungstiefe Bewehrung	h_{eff} [cm]	7,0 9,0
	wirksame Betonzugfläche	$A_{c,eff}$ [cm ² /m]	1.400,0 1.800,0
Beiwerte	Spannungsverteilung innerhalb Zugzone	k_c	1,00
	Verteilung Betonzug-spannungen	k	0,80
	effektiver Bewehrungsgrad	$_{eff} \rho$	0,7% 0,6%
	geometrischer Bewehrungsgrad	ρ_{tot}	0,7% 0,6%
	Betonstahlspannung im Riss		
	$\sigma_s = k_c * k * f_{ct,eff} * A_c / A_s$		258,21 258,21
	mittlere Differenzdehnung Stahl - Beton	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0,082% 0,077%
	Maximaler Rissabstand	$s_{r,max}$ [mm]	371 424
Achtung bei Mattenbewehrung (DIN EN 1992-1-1-NA, 7.3.4(3)):			
	Rissabstand < doppelte Maschenweite	$s_{r,max}$ [mm] <	300 300
Vorhandene rechnerische Rissweite		w_k [mm]	0,245 0,232

Bemessung

Alle GZT und GZG Nachweise gemäß nachfolgendem RFEM-Ausdruckprotokoll.

Durchstanzen

Nachweise wurden in Frilo geführt, siehe Anhang an diese Position.

Durchstanzlast gemäß RFEM-Ausdruck: $V_{Ed} = 82 \text{ kN}$

Verformungen

Die maximal zulässige Verformung der Stäbe im Zustand II beträgt $l/500 = 7120/500 = 14,2 \text{ mm}$

Verformung im Zustand II $u_z = 20,9 \text{ mm}$

→ 10 mm Überhöhung zwischen den Achsen 3/4 und 8/9 anordnen

Die geringfügige Überschreitung der Verformung in den anderen Deckenbereichen stellt kein Problem dar, da $L/500$ aufgrund der Trennwände gewählt wurde und die TW erst nach Erreichen der Verformung aus Eigengewicht und Ausbau gestellt werden. Die Verformung aus den Nutzlasten liegt innerhalb der maximal zulässigen Verformung.

INHALT

<p>A Modell - Basisangaben</p> <hr/> <p>1 Basisobjekte ■ ■</p> <p>1.1 Materialien</p> <p>1.2 Querschnitte</p> <p>1.3 Dicken</p> <p>1.4 Modell, In axonometrischer Richtung</p> <hr/> <p>2 Typen für Knoten ■ ■</p> <p>2.1 Knotennetzverdichtungen</p> <hr/> <p>3 Typen für Linien ■ ■</p> <p>3.1 Linienlager</p> <hr/> <p>4 Typen für Betonbemessung ■ ■</p> <p>4.1 Flächenbewehrungen</p> <p>4.2 Betondauerhaftigkeiten</p> <p>4.3 Bewehrungsrichtungen</p> <hr/> <p>5 Lastfälle & Kombinationen ■ ■</p> <p>5.1 Lastfälle</p> <p>5.2 Lastkombinationen</p> <hr/> <p>6 Lasten ■ ■</p> <p>6.1 LF1 - Eigengewicht</p> <p>6.1.1 LF1: Eigengewicht</p> <p>6.2 LF2 - Ausbaulasten</p> <p>6.2.1 LF2: Ausbaulasten</p> <p>6.3 LF3 - Nutzlasten Schachbrett 1</p> <p>6.3.1 LF3: Nutzlasten, Schachbrett 1</p> <p>6.4 LF4 - Nutzlasten Schachbrett 2</p> <p>6.4.1 LF4: Nutzlasten, Schachbrett 2</p> <hr/> <p>7 Statikanalyse-Ergebnisse ■ ■</p> <p>7.1 BS1: Schnittgrößen UZ V_z, GZT</p> <p>7.2 BS1: Schnittgrößen UZ M_y, GZT</p> <p>7.3 BS1: Linienlager p_z, GZT</p> <p>7.4 LF1: Linienlager p_z, Eigengewicht</p> <p>7.5 LF2: Linienlager p_z, Ausbaulasten</p> <p>7.6 LF3: Linienlager p_z, Nutzlast Schachbrett Schachbrett 1</p>	<p>7.7 LF4: Linienlager p_z, Nutzlasten Schachbrett 2</p> <hr/> <p>8 Betonbemessung ■ ■</p> <p>8.1 Bemessungssituationen</p> <p>8.2 Ergebnisse</p> <p>8.2.1 erforderliche obere Bewehrungslage $a_{s,erf}$, $a_{s,erf,1,z}$ (oben), X-Richtung</p> <p>8.2.2 erforderliche obere Bewehrungslage $a_{s,erf}$, $a_{s,erf,2,z}$ (oben), Y-Richtung</p> <p>8.2.3 erforderliche untere Bewehrungslage $a_{s,erf,1,z}$ (unten), X-Richtung</p> <p>8.2.4 erforderliche untere Bewehrungslage $a_{s,erf,2,z}$ (unten), Y-Richtung</p> <p>8.2.5 vorhandene obere Bewehrungslage $a_{s,vorh,1,z}$ (oben), X-Richtung</p> <p>8.2.6 vorhandene obere Bewehrungslage $a_{s,vorh,2,z}$ (oben), Y-Richtung</p> <p>8.2.7 vorhandene untere Bewehrungslage $a_{s,vorh,1,z}$ (unten), X-Richtung</p> <p>8.2.8 vorhandene untere Bewehrungslage $a_{s,vorh,2,z}$ (unten), Y-Richtung</p> <p>8.2.9 nicht abgedeckte obere Bewehrungslage $a_{s,diff,1,-z}$ (oben), X-</p> <p>8.2.10 nicht abgedeckte obere Bewehrungslage $a_{s,diff,2,-z}$ (oben), Y-</p> <p>8.2.11 nicht abgedeckte untere Bewehrungslage $a_{s,diff,1,-z}$ (unten), X-</p> <p>8.2.12 nicht abgedeckte untere Bewehrungslage $a_{s,diff,2,-z}$ (unten), Y-</p> <p>8.2.13 erforderliche Querbewehrung $a_{sw,erf}$</p> <p>8.2.14 Rissweite oben $w_{k,-z}$ (oben)</p> <p>8.2.15 Rissweite unten $w_{k,+z}$ (unten)</p> <p>8.2.16 Nachweis Schubspannung v_{Ed} / v_{Rd}</p> <p>8.2.17 Globale Verformungen u, GZG, Zustand II</p> <p>8.2.18 Globale Verformungen u, GZG, Zustand II</p> <p>8.2.19 Einwirkende Kraft Durchstanzen V_{Ed}</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

A **MODELL - BASISANGABEN**

	Basis	Modellname	: EG_DE01-02 - Decke EG.rf6
		Modellbeschreibung	:
		Modelltyp	: 3D

Add-Ons	Betonbemessung
----------------	----------------

	Normen I	Lastfallklassifizierungs- und Kombinationsassistent	:  EN 1990
		Lastassistent	:  DIN 2012-08  EN 1991  DIN 2019-04
		Normgruppe für Betonbemessung	:  EN 1992  DIN 2015-12

	Einstellungen und Optionen	Fallbeschleunigung/	g	: 10.00 m/s ²
		Massenumwandlungskonstante		
		Datum des Tages Null im Zeitdiagramm		: 11.11.2022
		Globale Achsen XYZ		: Z nach unten
		Lokale Achsen xyz		: z nach unten

Toleranzen	Toleranz für Knoten	: 0.00050 m
	Toleranz für Linien	: 0.00050 m
	Toleranz für Flächen/Ebenen	: 0.00050 m
	Toleranz für Richtungen	: 0.00050 m

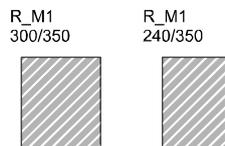
1 **Basisobjekte**

1.1 **MATERIALIEN**

- Legende
-  Beton-Einstellungen
 -  Einstellungen für Kriechen/Schwinden/Alterung

Material Nr.	Name des Materials	Material-Typ	Analyse Modell	Optionen
1	 B500S(A) Isotrop Linear elastisch	 Betonstahl	 Isotrop Linear elastisch	
2	 C25/30 Isotrop Linear elastisch	 Beton	 Isotrop Linear elastisch	 
3	 Porotherm 25-38 W.i Plan, Dünnbetmörtel 1-3 mm Isotrop Linear elastisch	 Mauerwerk	 Isotrop Linear elastisch	
4	 C30/37 Isotrop Linear elastisch	 Beton	 Isotrop Linear elastisch	 

1.2 **QUERSCHNITTE**



Quersch. Nr.	Material Nr.	Querschnitts-Typ	Herstellungs-Typ	I _x [cm ⁴] A [cm ²]	I _y [cm ⁴] A _y [cm ²]	I _z [cm ⁴] A _z [cm ²]	Gesamtabmessungen b [mm] h [mm]	
1	  R_M1 300/350 4 - C30/37	4 Parametrisch - Dickwandige I		152551.31	107187.50	78750.00	300.0	350.0
				1050.00	875.00	875.00		
2	  R_M1 240/350 2 - C25/30	2 Parametrisch - Dickwandige I		92890.72	85750.00	40320.00	240.0	350.0
				840.00	700.00	700.00		

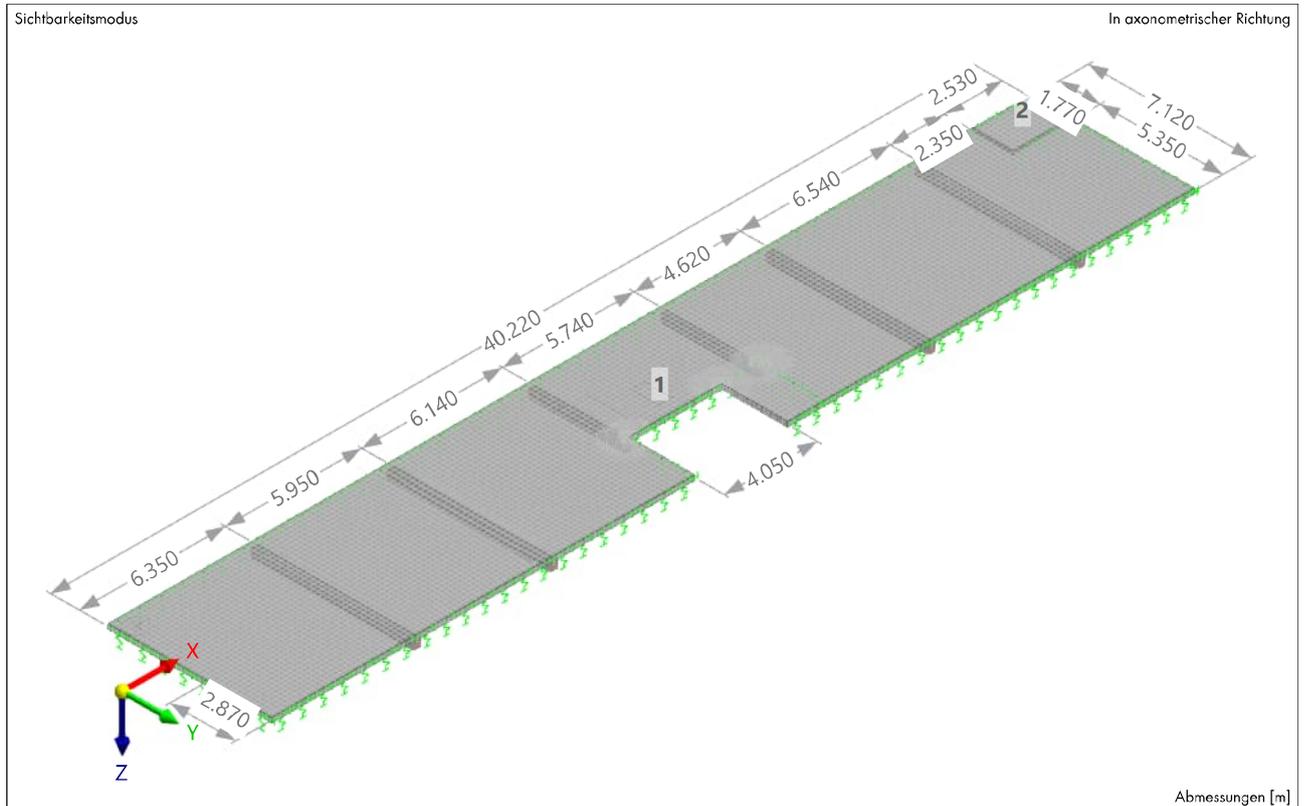
1.3 **DICKEN**

Dicke Nr.	Typ	Zugewiesen an Fläche Nr.	Dicke					
			Material	Symbol	Wert	Einheit	Knoten	Richtung
1	Konstant d : 200.0 mm 2 - C25/30 Stb-Decke	1	 2	d	200.0	mm		
2	Konstant d : 150.0 mm 2 - C25/30							

1.3 **DICKEN**

Dicke Nr.	Typ	Zugewiesen an Fläche Nr.	Material	Symbol	Dicke			Richtung
					Wert	Einheit	Knoten	
	Konstant	2	2	d	150.0	mm		

1.4 **MODELL, IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG**



2 **Typen für Knoten**

2.1 **KNOTENNETZVERDICHTUNGEN**

Netz Nr.	Zugewiesen Knoten Nr.	Nur anwenden auf		Typ	R [m]	L _{FE,i} [m]	L _{FE,o} [m]	Anordnung	L _{FE} [m]	L _{FE,i} [m]
		Flächen	System							
1	Kreisförmig R: 1.000 m L _{FE,i} : 0.040 m L _{FE,o} : 0.200 m Kombiniert (Knoten: 26,27,115) 26,27,115	<input type="checkbox"/>		Kreisförmig	1.000	0.040	0.200	Kombiniert		

3 **Typen für Linien**

3.1 **LINIENLAGER**

Legende

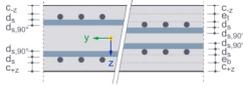
 Fiktive Wand

Lager Nr.	Linien Nr.	Koordinaten-Achsendr.		Wegfeder [kN/m ²]			Drehfeder [kNm·rad ⁻¹ ·m ⁻¹]			Optionen
		System	β [°]	C _{u,x}	C _{u,y}	C _{u,z}	C _{φ,x}	C _{φ,y}	C _{φ,z}	
4	1-6,8-10,12,13,15,19-2,4,27-30,41,43	Lokal xyz	0.00	145763.00 0	<input type="checkbox"/>	344000.00 0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

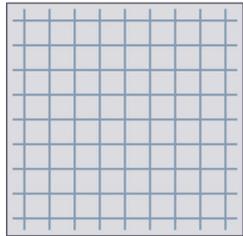
4 **Typen für Betonbemessung**

4.1 FLÄCHENBEWEHRUNGEN

Typ der Lage 'Auf Fläche' | Ausrichtung 'Oben (-z)' und 'Unten (+z)'

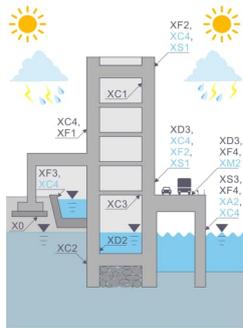


Bewehrungstyp 'Matte'



Bew. Nr.	Beschreibung	Symbol	Wert	Einheit
1	Auf Fläche Matte Q524A Oben (-z) Unten (+z) (Flächen : 1,2) Zugewiesen an Flächen Nr. Typ der Lage Material Bewehrungstyp Zugewiesen an Seite Lieferprogramm der Matten Name der Matte Mattenform Obere Ausrichtung aktiviert Untere Ausrichtung aktiviert Oben zusätzlicher Versatz zur Betondeckung Unten zusätzlicher Versatz zur Betondeckung Betondeckung Typ der Bewehrungsrichtung In Bewehrungsrichtung der Bemessung Bewehrungsfläche Bewehrungsfläche Bewehrungsfläche Bewehrungsfläche Bewehrungsfläche Bewehrungsfläche	e _o e _u a _{s,1} a _{s,2} a _{s,1,-z} a _{s,1,+z} a _{s,2,-z} a _{s,2,+z}	1,2 Auf Fläche 1 - B500S(A) Isotrop Linear elastisch Matte Oben (-z) Unten (+z) Deutschland - 2008-01-01 Q524A Q-Matte <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> 0.0 mm 0.0 mm In Bewehrungsrichtung a _{s,1} 10.47 cm ² /m 10.47 cm ² /m 5.24 cm ² /m 5.24 cm ² /m 5.24 cm ² /m 5.24 cm ² /m	

4.2 BETONDAUERHAFTIGKEITEN



Bed. Nr.	Beschreibung	Symbol	Wert	Einheit
1	XC1 (Stäbe : 1-6 Flächen : 1,2) Zugewiesen an Stäbe Nr. Zugewiesen an Stabsätze Nr. Zugewiesen an Flächen Nr. Korrosion durch Karbonatisierung Typ der Anforderungsklasse Nutzungsdauer von 50 auf 100 Jahre erhöhen aktiviert Lage der Bewehrung nicht beeinflusst vom Bauablauf aktiviert Besondere Qualitätskontrolle der Herstellung aktiviert Luftporengehalt mehr als 4% aktiviert Vorhaltemaßtyp Benutzerdefinierter Vorhaltemaßfaktor	ΔC _{dev}	1-6 1,2 XC1 - Trocken oder ständig nass Nach Norm <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Benutzerdefiniert 10.0	mm

4.3 BEWEHRUNGSRICHTUNGEN

Richtung Nr.	Typ	Flächen	Dreh. der Bew.-Richtung um z bezogen auf x		
			φ ₁ [°]	φ ₂ [°]	Δφ ₂ [°]
1	Erste Bewehrungsrichtung in x	1,2			

5 Lastfälle & Kombinationen

5.1 LASTFÄLLE

LF Nr.	Einstell.	Wert	Einheit	Zu ber.
1	Eigengewicht Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Einwirkungskategorie Eigengewicht - Faktor in Richtung X Eigengewicht - Faktor in Richtung Y Eigengewicht - Faktor in Richtung Z	Statische Analyse SA1 - 1. Ordnung Newton-Raphson Ständig 0.000 0.000 1.000	-- -- --	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Ausbaulasten Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Einwirkungskategorie	Statische Analyse SA1 - 1. Ordnung Newton-Raphson Ständig		<input checked="" type="checkbox"/>

5.1

LASTFÄLLE

LF Nr.	Einstell.	Wert	Einheit	Zu ber.
3	  Nutzlasten Schachbrett 1 Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Einwirkungskategorie	 Statische Analyse  SA1 - I. Ordnung Newton-Raphson   Nutzlasten - Kategorie B: Büroräume		<input checked="" type="checkbox"/>
4	  Nutzlasten Schachbrett 2 Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Einwirkungskategorie	 Statische Analyse  SA1 - I. Ordnung Newton-Raphson   Nutzlasten - Kategorie B: Büroräume		<input checked="" type="checkbox"/>
5	  Nutzlasten Volllast Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Einwirkungskategorie Eigengewicht - Faktor in Richtung X Eigengewicht - Faktor in Richtung Y Eigengewicht - Faktor in Richtung Z	 Statische Analyse  SA1 - I. Ordnung Newton-Raphson   Nutzlasten - Kategorie B: Büroräume 0.000 0.000 0.000	-- -- --	<input checked="" type="checkbox"/>

5.2

LASTKOMBINATIONEN

LK Nr.	Einstell.	Wert	Einheit	Zu ber.
1	  1.35 * LF1 + 1.35 * LF2 Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Bemessungssituation	 Statische Analyse  SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1   BS1 - GZT (STR/GEO) - Ständig und vorübergehend - Gl. 6.10		<input checked="" type="checkbox"/>
2	  1.35 * LF1 + 1.35 * LF2 + 1.50 * LF3 Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Bemessungssituation	 Statische Analyse  SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1   BS1 - GZT (STR/GEO) - Ständig und vorübergehend - Gl. 6.10		<input checked="" type="checkbox"/>
3	  1.35 * LF1 + 1.35 * LF2 + 1.50 * LF4 Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Bemessungssituation	 Statische Analyse  SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1   BS1 - GZT (STR/GEO) - Ständig und vorübergehend - Gl. 6.10		<input checked="" type="checkbox"/>
4	  1.35 * LF1 + 1.35 * LF2 + 1.50 * LF5 Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Bemessungssituation	 Statische Analyse  SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1   BS1 - GZT (STR/GEO) - Ständig und vorübergehend - Gl. 6.10		<input checked="" type="checkbox"/>
5	  LF1 + LF2 Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Bemessungssituation	 Statische Analyse  SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1   BS2 - GZG - Charakteristisch		<input checked="" type="checkbox"/>
6	  LF1 + LF2 + LF3 Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Bemessungssituation	 Statische Analyse  SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1   BS2 - GZG - Charakteristisch		<input checked="" type="checkbox"/>
7	  LF1 + LF2 + LF4 Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Bemessungssituation	 Statische Analyse  SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1   BS2 - GZG - Charakteristisch		<input checked="" type="checkbox"/>
8	  LF1 + LF2 + LF5 Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Bemessungssituation	 Statische Analyse  SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1   BS2 - GZG - Charakteristisch		<input checked="" type="checkbox"/>
9	  LF1 + LF2 Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Bemessungssituation	 Statische Analyse  SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1   BS3 - GZG - Häufig		<input checked="" type="checkbox"/>
10	  LF1 + LF2 + 0.50 * LF3 Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Bemessungssituation	 Statische Analyse  SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1   BS3 - GZG - Häufig		<input checked="" type="checkbox"/>

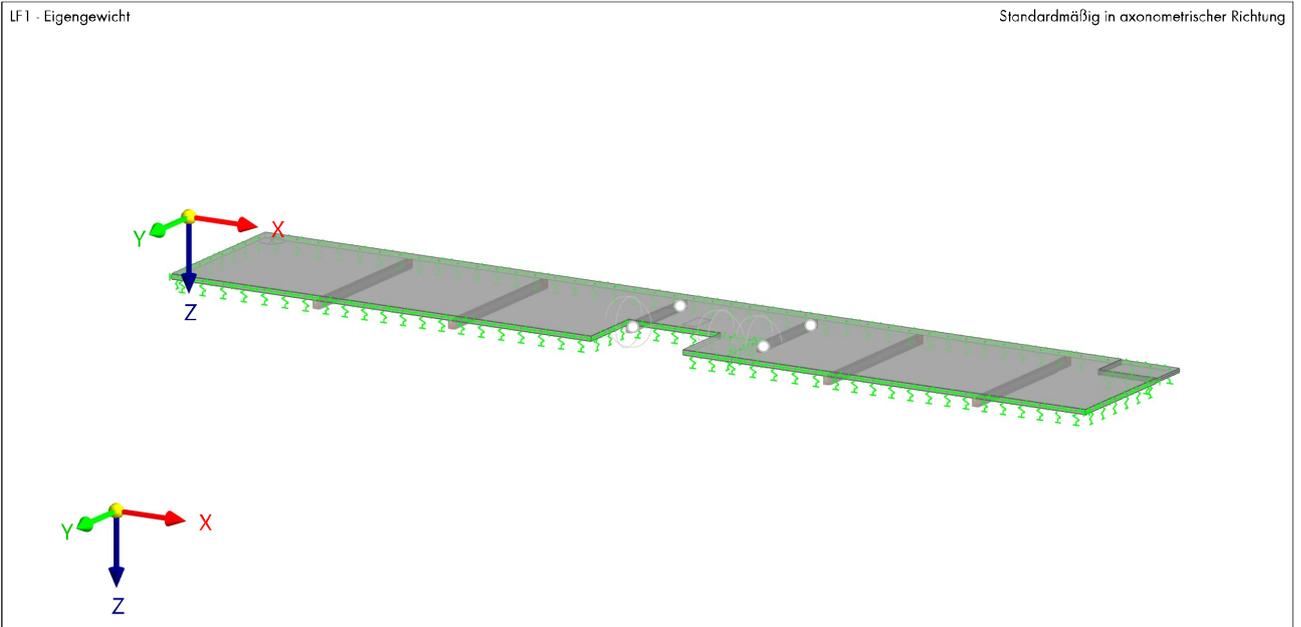
5.2

LASTKOMBINATIONEN

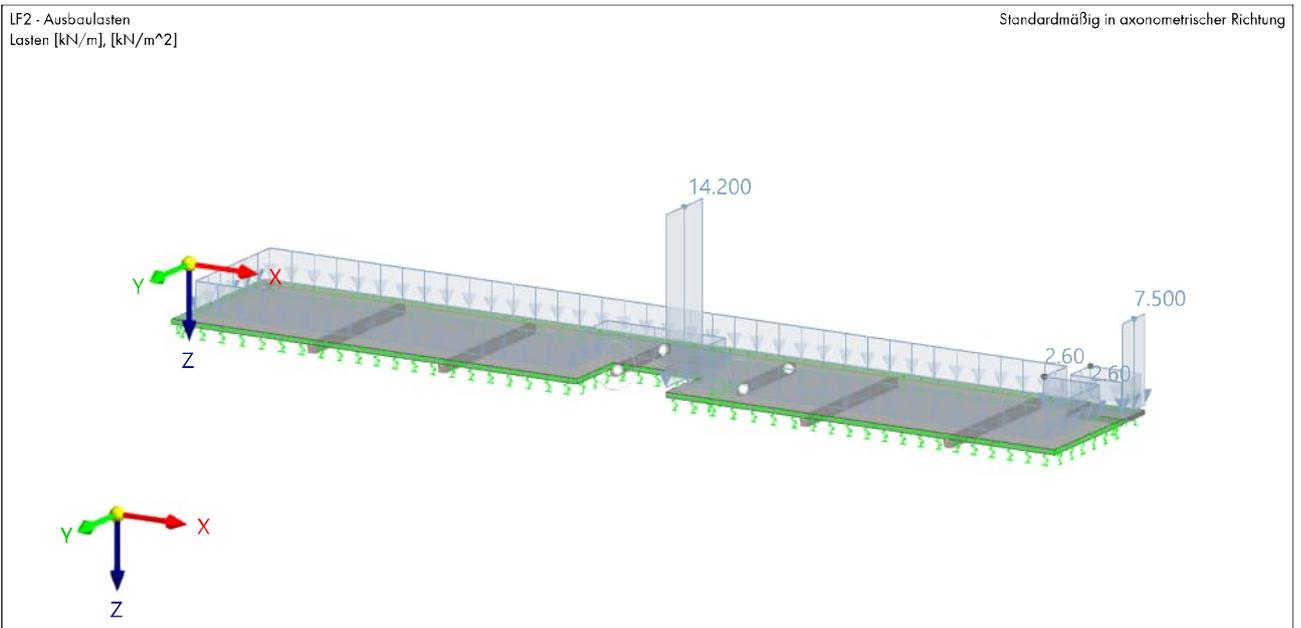
LK Nr.	Einstell.	Wert	Einheit	Zu ber.
11	  LF1 + LF2 + 0.50 * LF4 Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Bemessungssituation	 Statische Analyse  SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1  GHä BS3 - GZG - Häufig		<input checked="" type="checkbox"/>
12	  LF1 + LF2 + 0.50 * LF5 Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Bemessungssituation	 Statische Analyse  SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1  GHä BS3 - GZG - Häufig		<input checked="" type="checkbox"/>
13	  LF1 + LF2 Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Bemessungssituation	 Statische Analyse  SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1  GQs BS4 - GZG - Quasi-ständig		<input checked="" type="checkbox"/>
14	  LF1 + LF2 + 0.30 * LF3 Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Bemessungssituation	 Statische Analyse  SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1  GQs BS4 - GZG - Quasi-ständig		<input checked="" type="checkbox"/>
15	  LF1 + LF2 + 0.30 * LF4 Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Bemessungssituation	 Statische Analyse  SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1  GQs BS4 - GZG - Quasi-ständig		<input checked="" type="checkbox"/>
16	  LF1 + LF2 + 0.30 * LF5 Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Bemessungssituation	 Statische Analyse  SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1  GQs BS4 - GZG - Quasi-ständig		<input checked="" type="checkbox"/>

6 Lasten

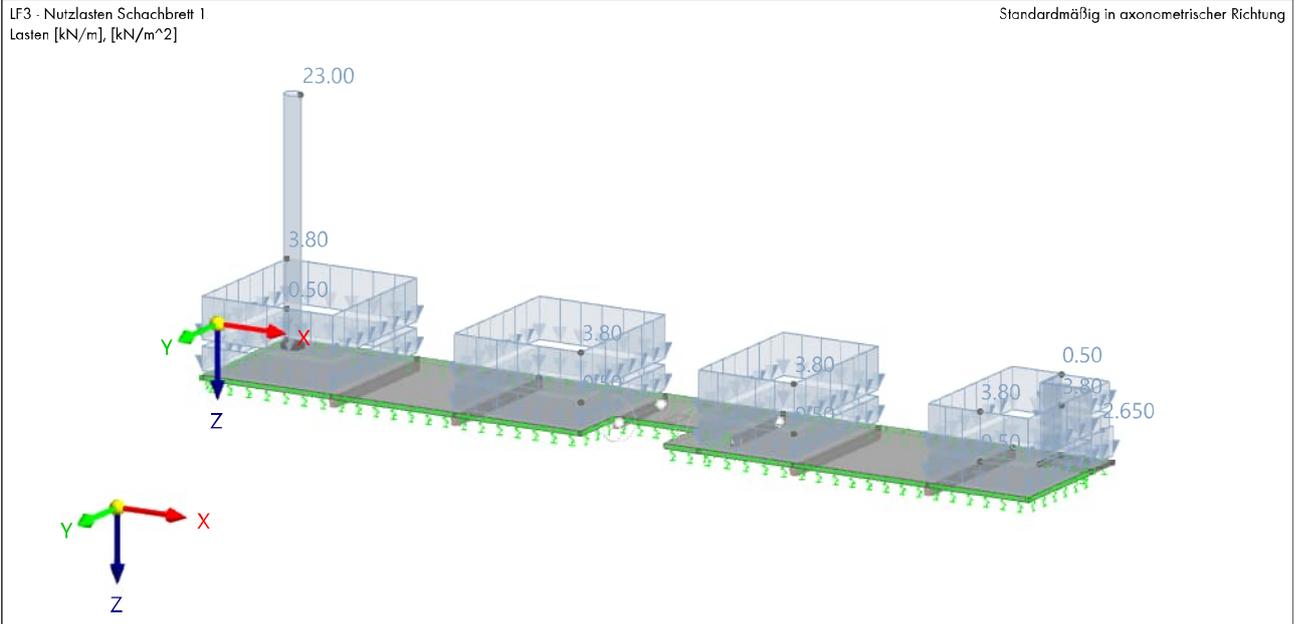
6.1.1 LF1: EIGENGEWICHT



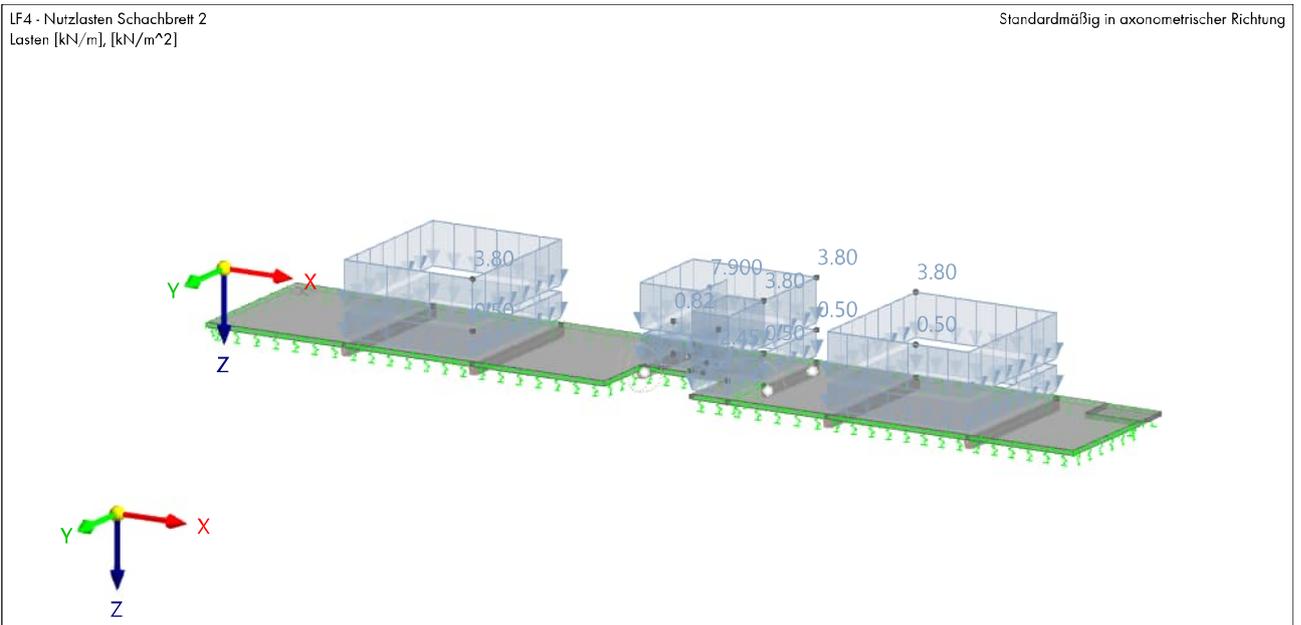
6.2.1 LF2: AUSBAULASTEN



6.3.1 **LF3: NUTZLASTEN, SCHACHBRETT 1**



6.4.1 **LF4: NUTZLASTEN, SCHACHBRETT 2**



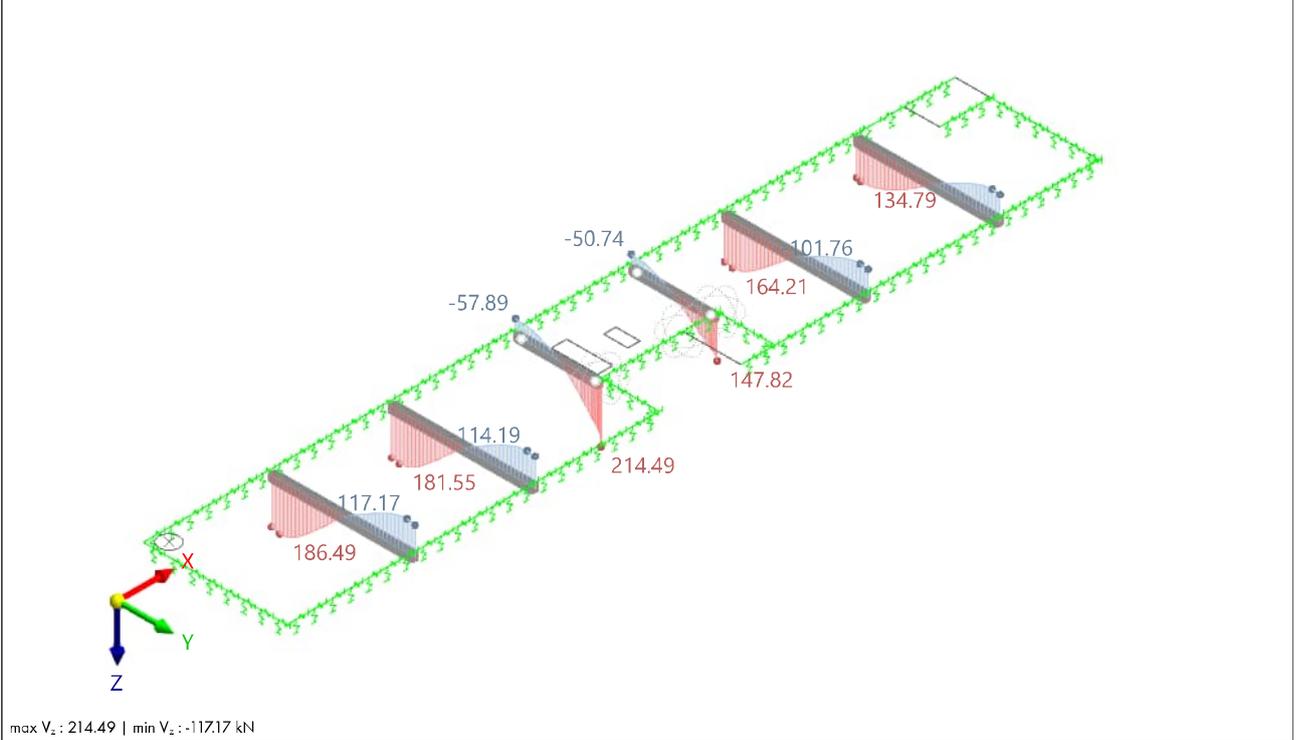
7 Statikanalyse-Ergebnisse

7.1 BS1: SCHNITTGRÖßEN UZ V_z , GZT

Statische Analyse

BS1 - GZT (STR/GEO) - Ständig und vorübergehend - Gl. 6.10
Statische Analyse
Kräfte V_z [kN]

In axonometrischer Richtung

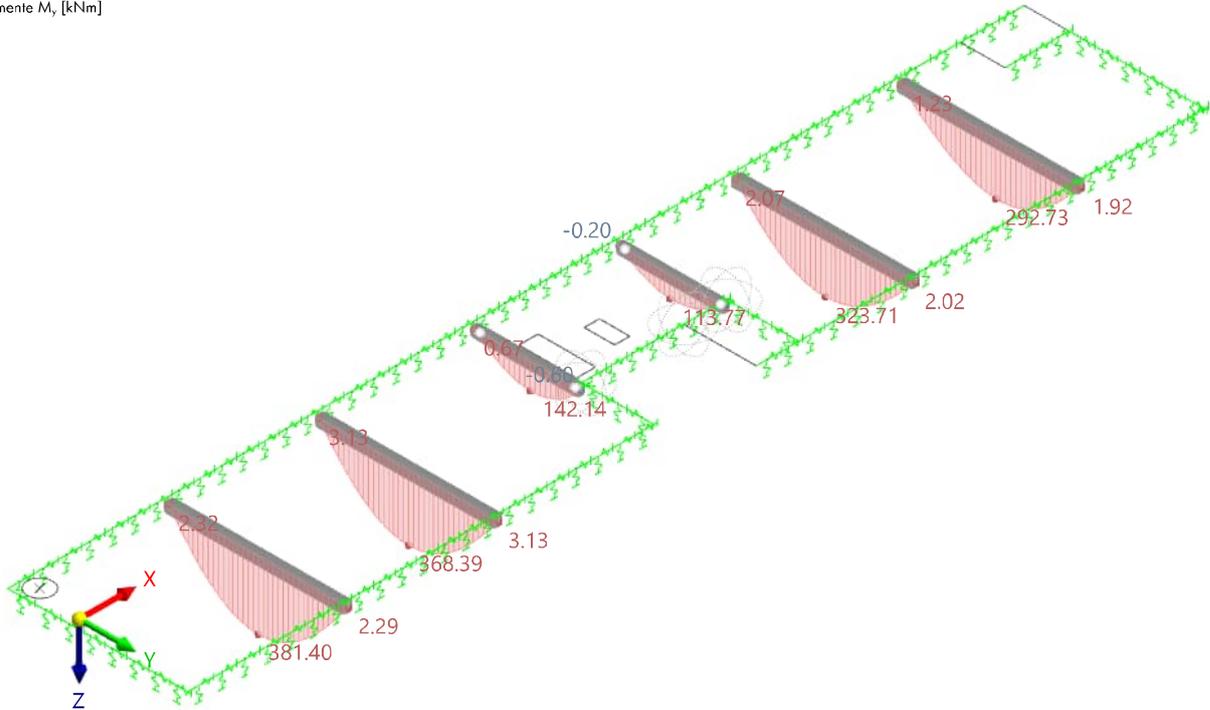


7.2 **BS1: SCHNITTGRÖßEN UZ M_y , GZT**

Statische Analyse

BS1 - GZT (STR/GEO) - Ständig und vorübergehend - Gl. 6.10
 Statische Analyse
 Momente M_y [kNm]

In axonometrischer Richtung

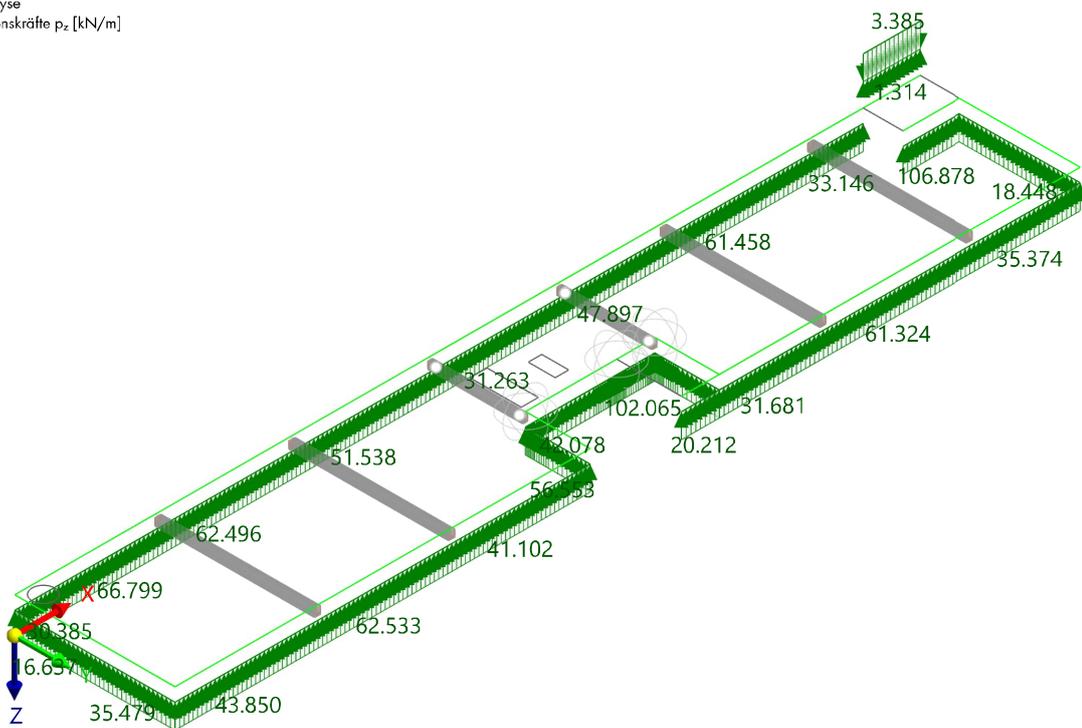


7.3 **BS1: LINIENLAGER P_z , GZT**

Statische Analyse

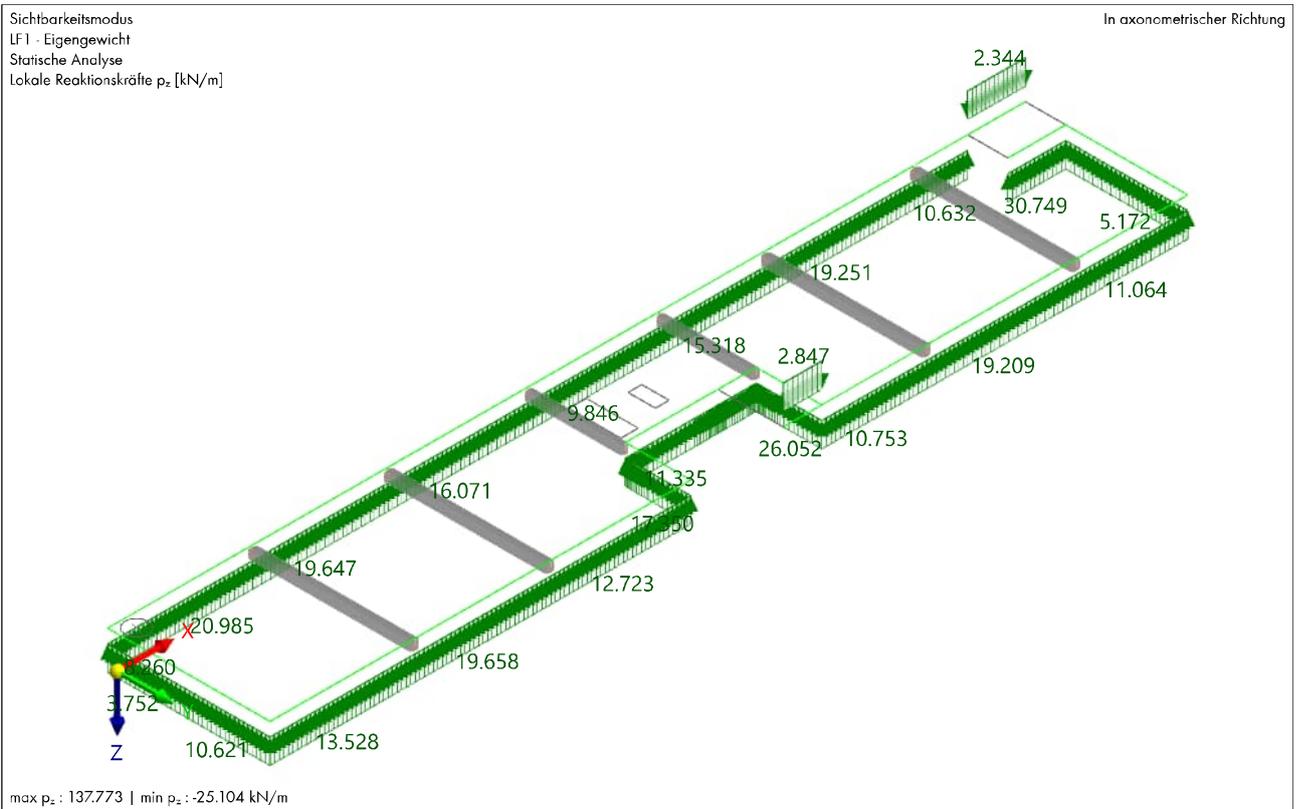
BS1 - GZT (STR/GEO) - Ständig und vorübergehend - Gl. 6.10
 Statische Analyse
 Lokale Reaktionskräfte p_z [kN/m]

In axonometrischer Richtung



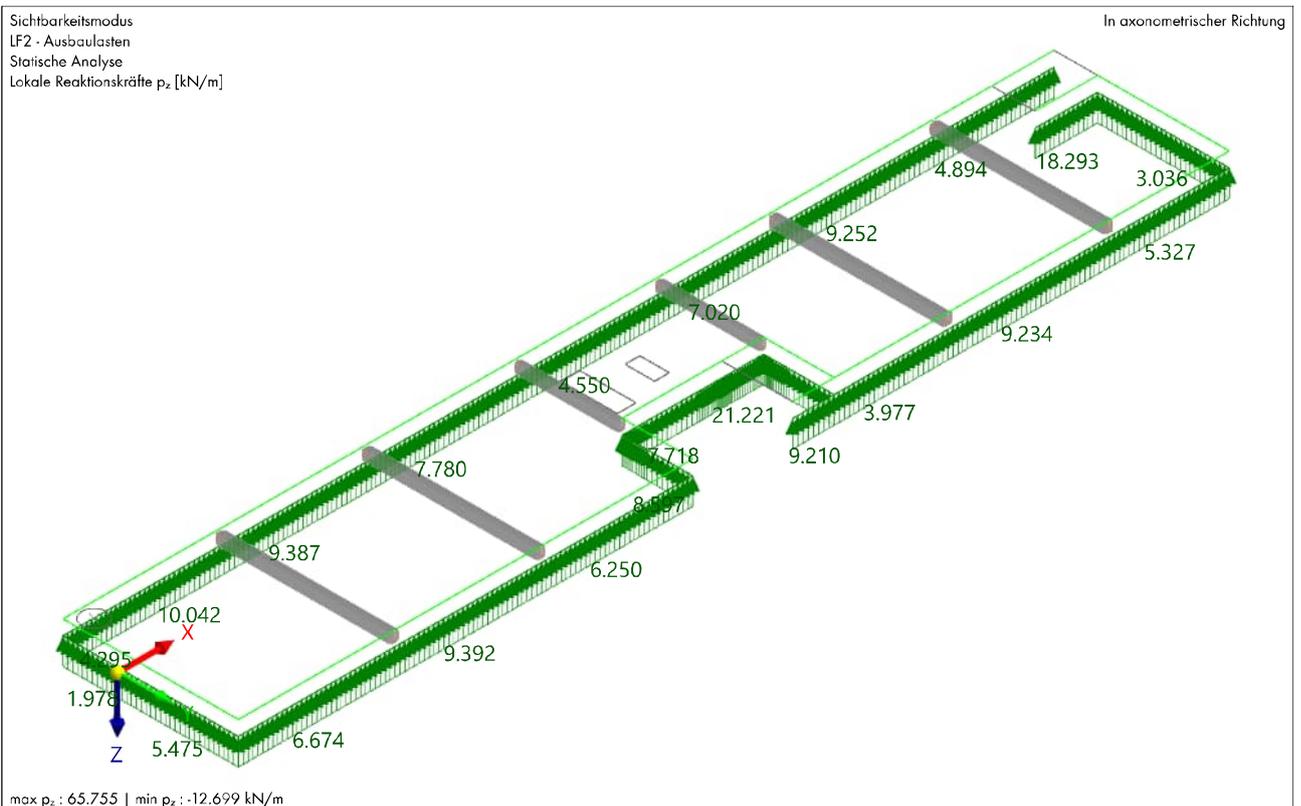
7.4 LF1: LINIENLAGER P_z, EIGENGEWICHT

Statische Analyse



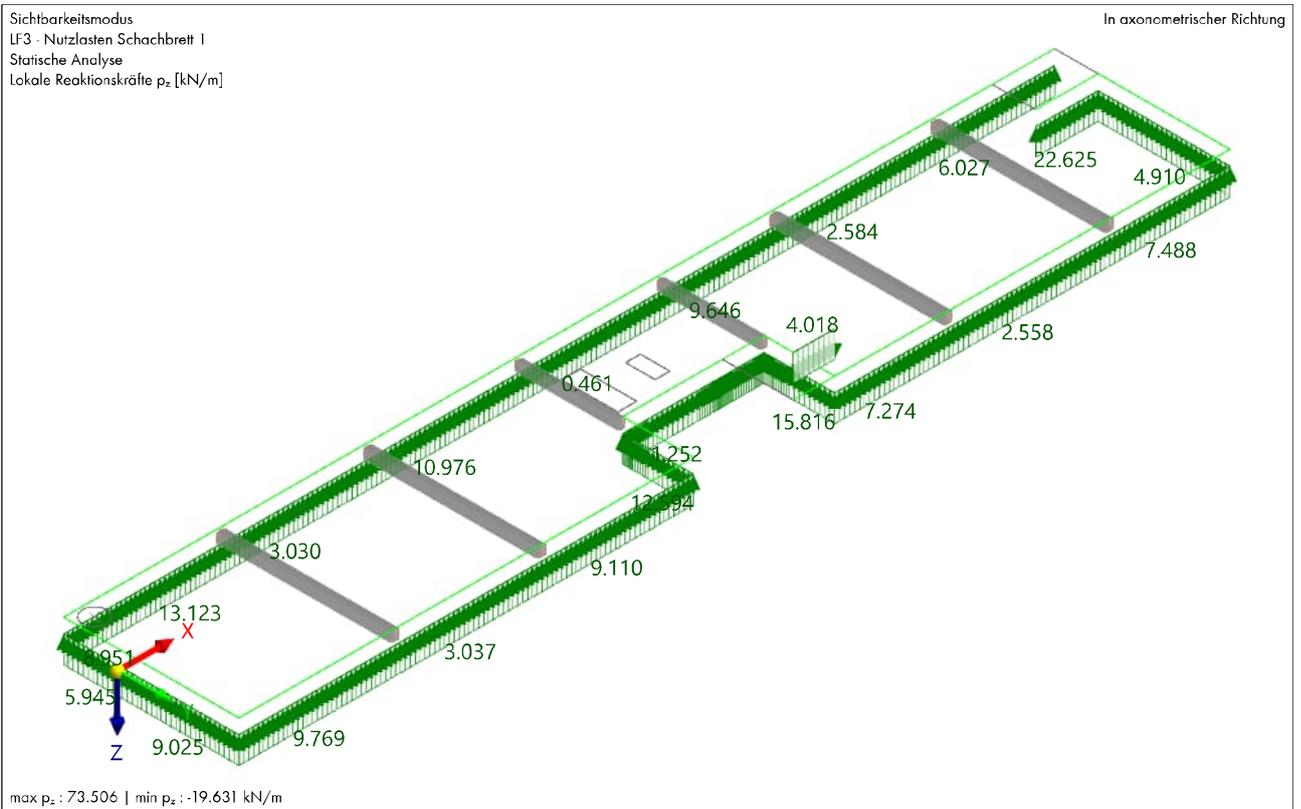
7.5 LF2: LINIENLAGER P_z, AUSBAULASTEN

Statische Analyse



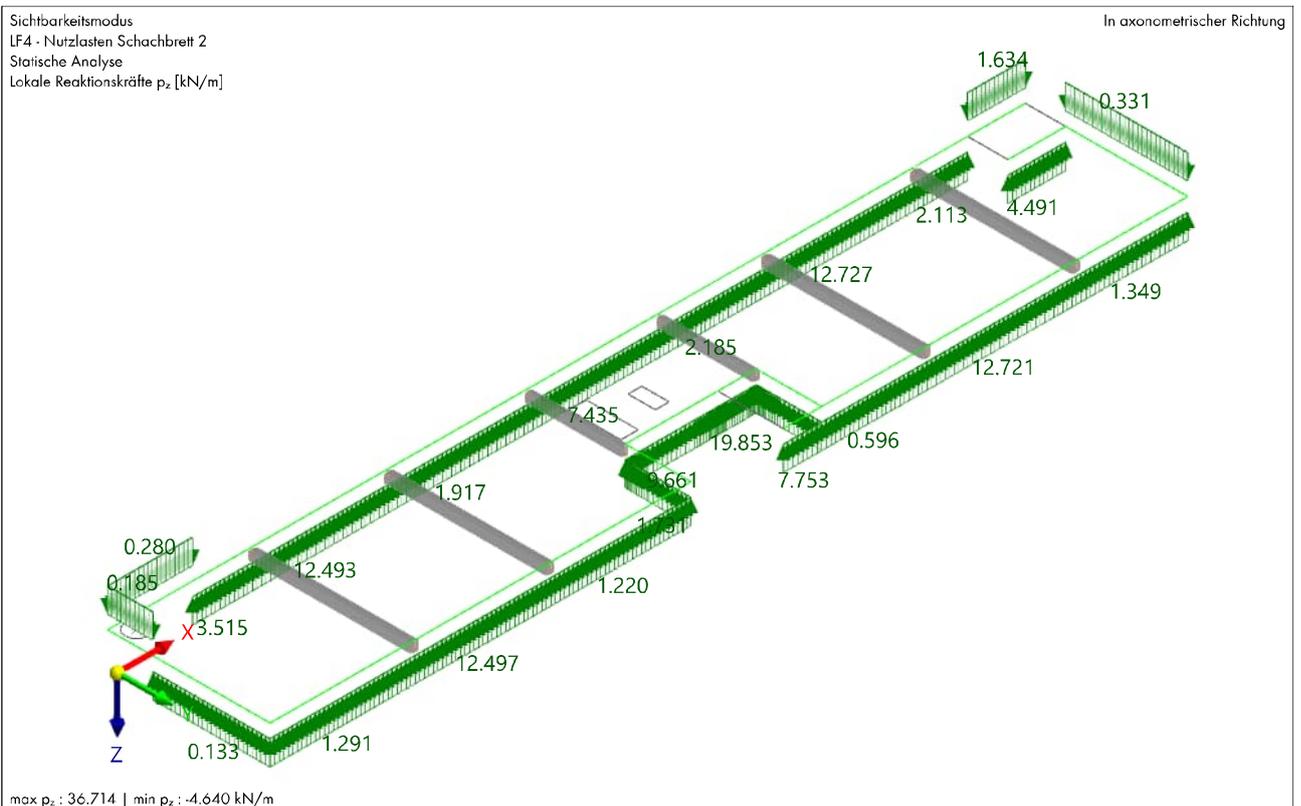
7.6 LF3: LINIENLAGER P_z, NUTZLAST SCHACHBRETT 1

Statische Analyse



7.7 LF4: LINIENLAGER P_z, NUTZLASTEN SCHACHBRETT 2

Statische Analyse



8 Betonbemessung

8.1

BEMESSUNGSSITUATIONEN

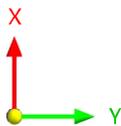
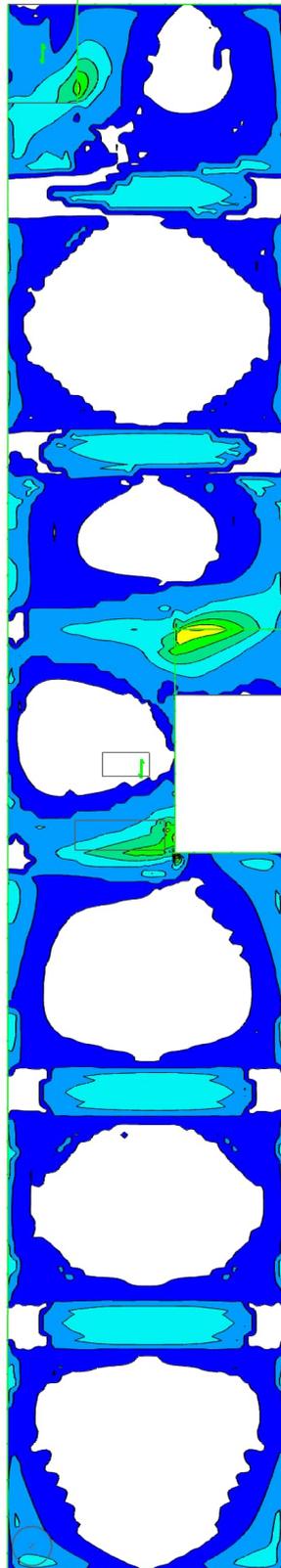
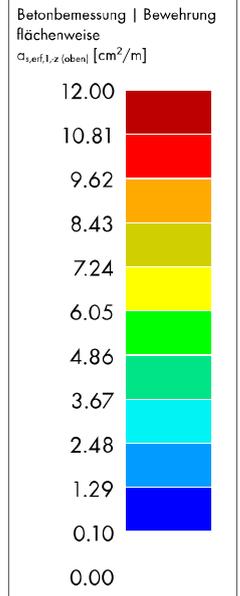
BS Nr.	EN 1990 DIN 2012-08 Bemessungssituationstyp	Zu Bemess.	Aktiv	EN 1992 DIN 2015-12 Bemessungssituationstyp	Zu bemessende Kombinationen für Aufzählungsmethode
1	GzT GZT (STR/GEO) - Ständig und vorübergehend - Gl. 6.10	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	GzT GZT (STR/GEO) - Ständig und vorübergehend	Alle
2	GCh GZG - Charakteristisch	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	G Cd GZG - Charakteristisch mit Direktlast	Alle
3	GHä GZG - Häufig	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	GHä GZG - Häufig	Alle
4	GQs GZG - Quasi-ständig	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	GQs GZG - Quasi-ständig	Alle

8.2.1 ERFORDERLICHE OBERE BEWEHRUNGSLAGE $\alpha_{s,erf,1,z}$ (oben), X-RICHTUNG

Betonbemessung

Betonbemessung
 Flächenbewehrung $\alpha_{s,erf,1,z}$ (oben) [cm^2/m]

In axonometrischer Richtung



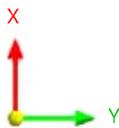
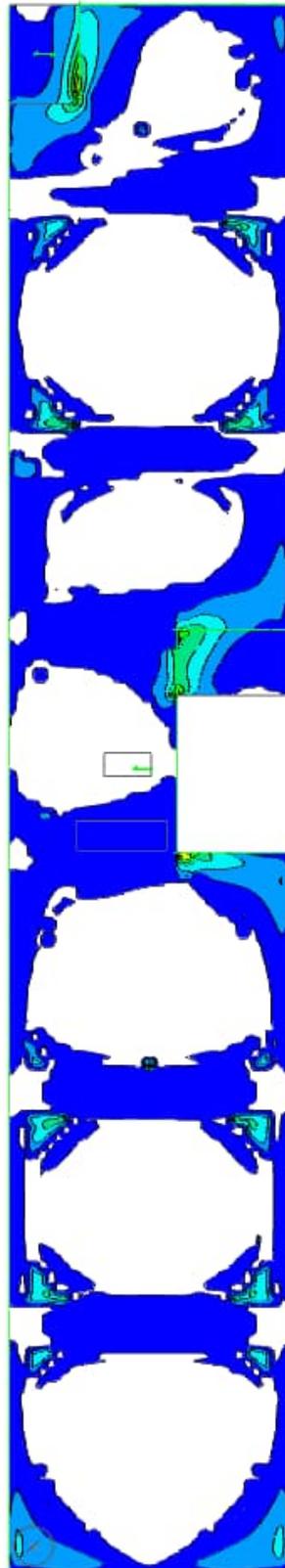
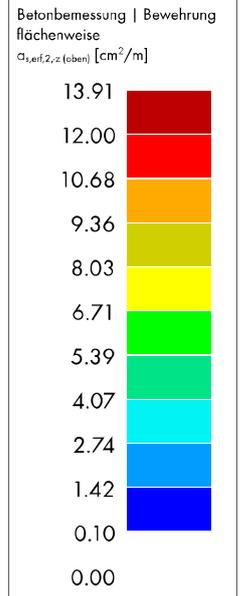
max $\alpha_{s,erf,1,z}$ (oben) : 10.18 | min $\alpha_{s,erf,1,z}$ (oben) : 0.00 cm^2/m

8.2.2 ERFORDERLICHE OBERE BEWEHRUNGSLAGE $\alpha_{s,erf,2,-z}$ (oben), Y-RICHTUNG

Betonbemessung

Betonbemessung
 Flächenbewehrung $\alpha_{s,erf,2,-z}$ (oben) [cm^2/m]

In axonometrischer Richtung



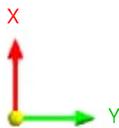
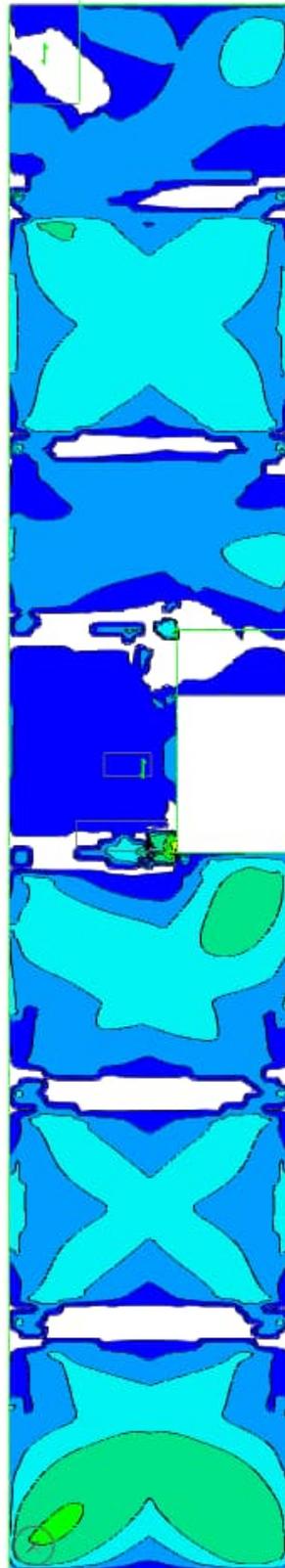
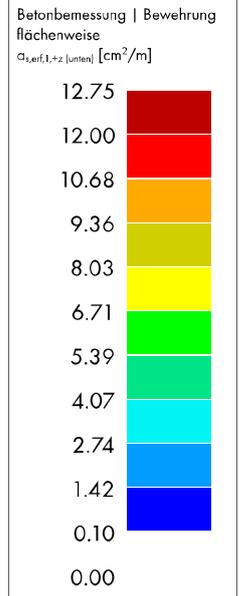
max $\alpha_{s,erf,2,-z}$ (oben) : 13.91 | min $\alpha_{s,erf,2,-z}$ (oben) : 0.00 cm^2/m

8.2.3 **ERFORDERLICHE UNTERE BEWEHRUNGSLAGE $\alpha_{s,erf,1,+z}$ (unten), X-RICHTUNG**

Betonbemessung

Betonbemessung
 Flächenbewehrung $\alpha_{s,erf,1,+z}$ (unten) [cm²/m]

In axonometrischer Richtung



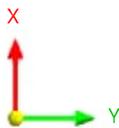
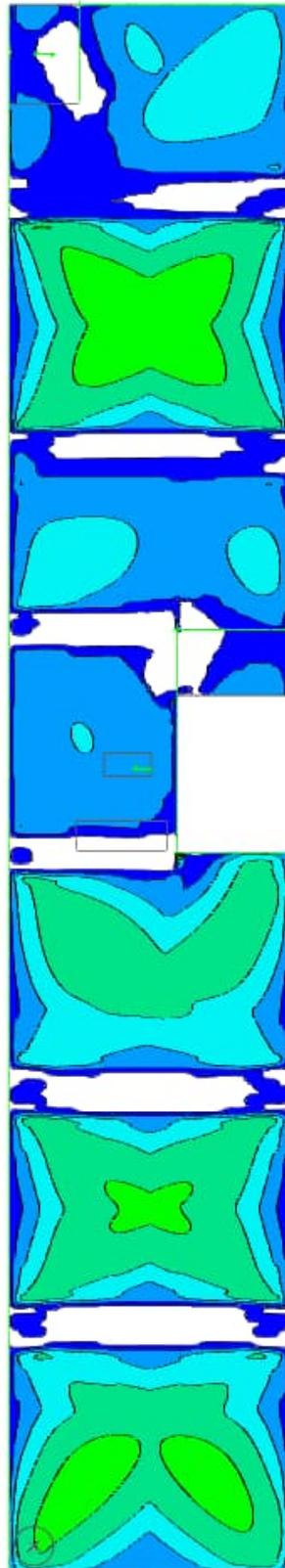
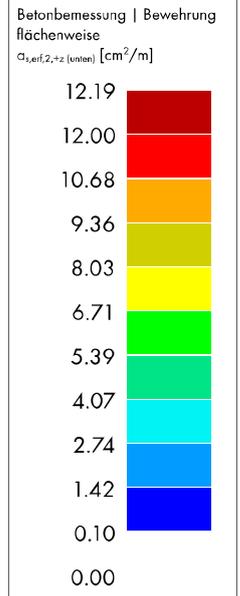
max $\alpha_{s,erf,1,+z}$ (unten) : 12.75 | min $\alpha_{s,erf,1,+z}$ (unten) : 0.00 cm²/m

8.2.4 ERFORDERLICHE UNTERE BEWEHRUNGSLAGE $\alpha_{s,erf,2,+z}$ (unten), Y-RICHTUNG

Betonbemessung

Betonbemessung
 Flächenbewehrung $\alpha_{s,erf,2,+z}$ (unten) [cm^2/m]

In axonometrischer Richtung



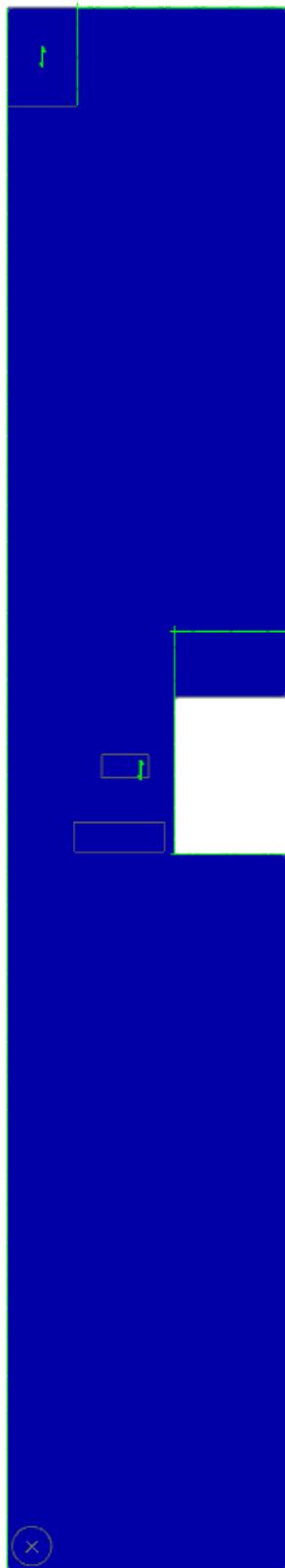
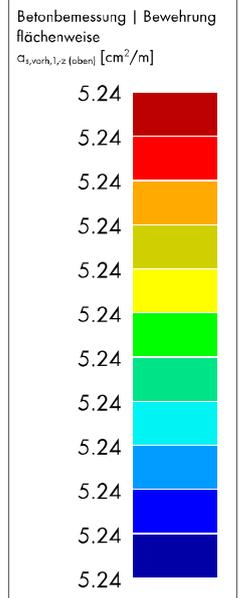
max $\alpha_{s,erf,2,+z}$ (unten) : 12.19 | min $\alpha_{s,erf,2,+z}$ (unten) : 0.00 cm^2/m

8.2.5 **VORHANDENE OBERE BEWEHRUNGSLAGE $\alpha_{s,vorh,1,z}$ (oben), X-RICHTUNG**

Betonbemessung

Betonbemessung
 Flächenbewehrung $\alpha_{s,vorh,1,z}$ (oben) [cm^2/m]

In axonometrischer Richtung



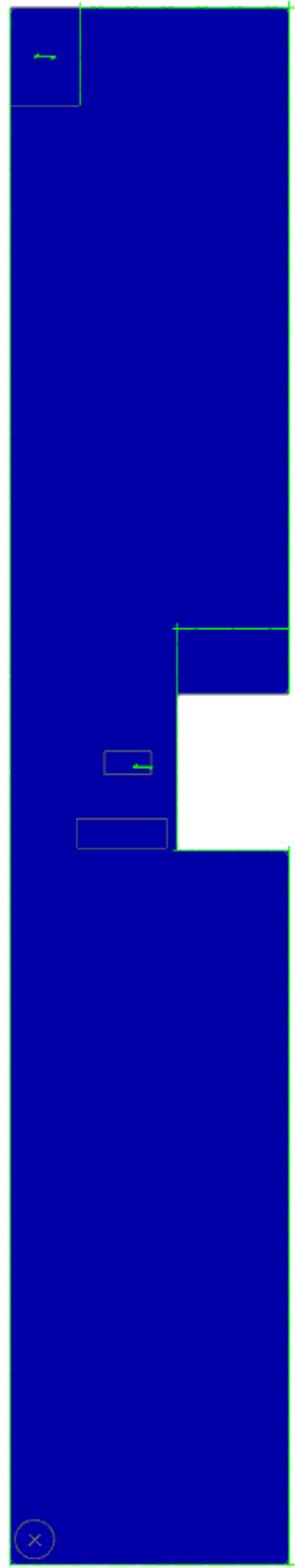
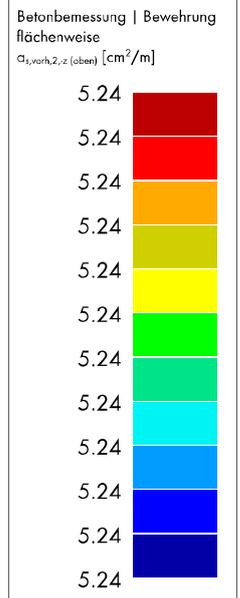
max $\alpha_{s,vorh,1,z}$ (ebenen) : 5.24 | min $\alpha_{s,vorh,1,z}$ (ebenen) : 5.24 cm^2/m

8.2.6 **VORHANDENE OBERE BEWEHRUNGSLAGE $\alpha_{s,vorh,2-z}$ (oben), Y-RICHTUNG**

Betonbemessung

Betonbemessung
 Flächenbewehrung $\alpha_{s,vorh,2-z}$ (oben) [cm^2/m]

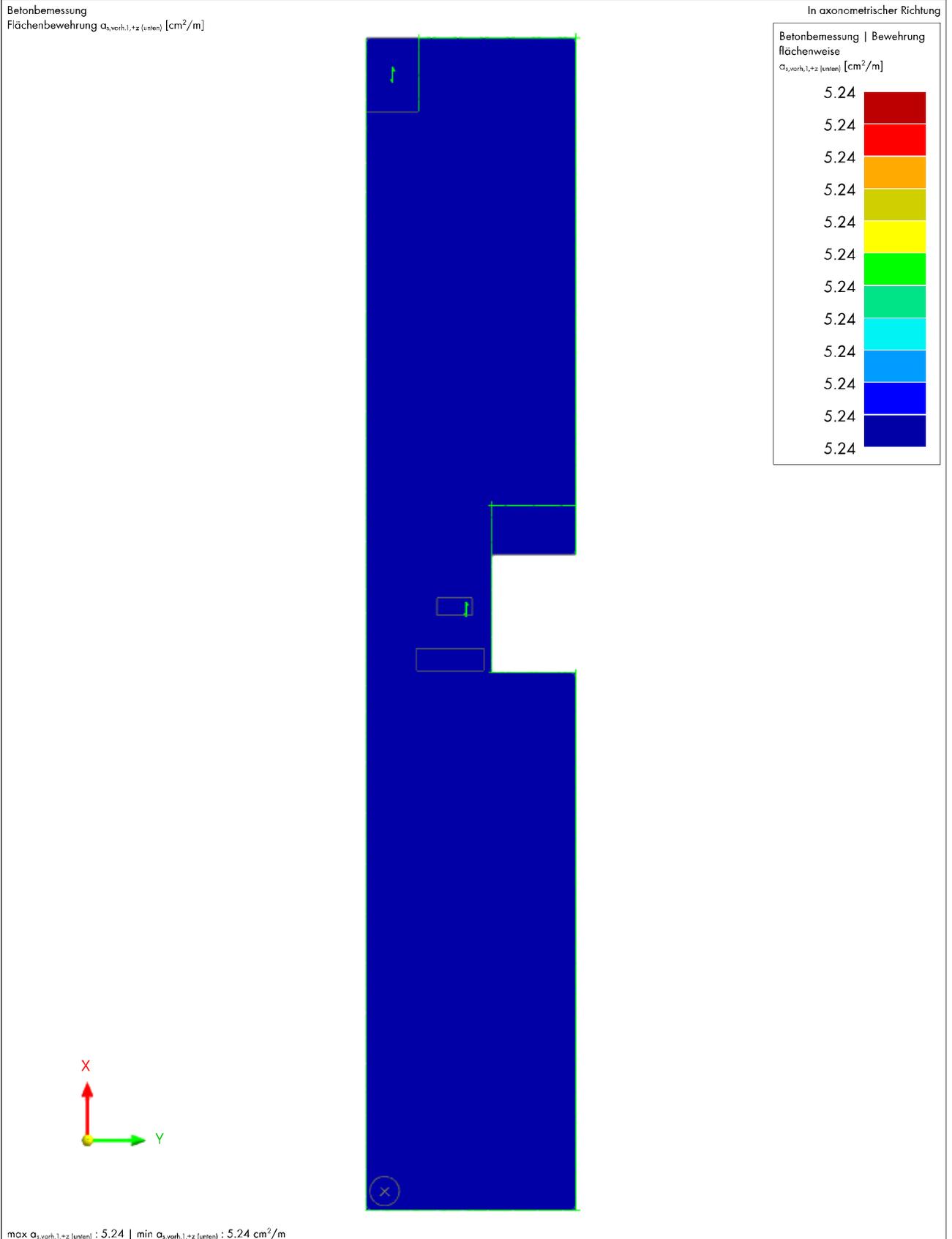
In axonometrischer Richtung



max $\alpha_{s,vorh,2,z}$ (oben) : 5.24 | min $\alpha_{s,vorh,2,z}$ (oben) : 5.24 cm^2/m

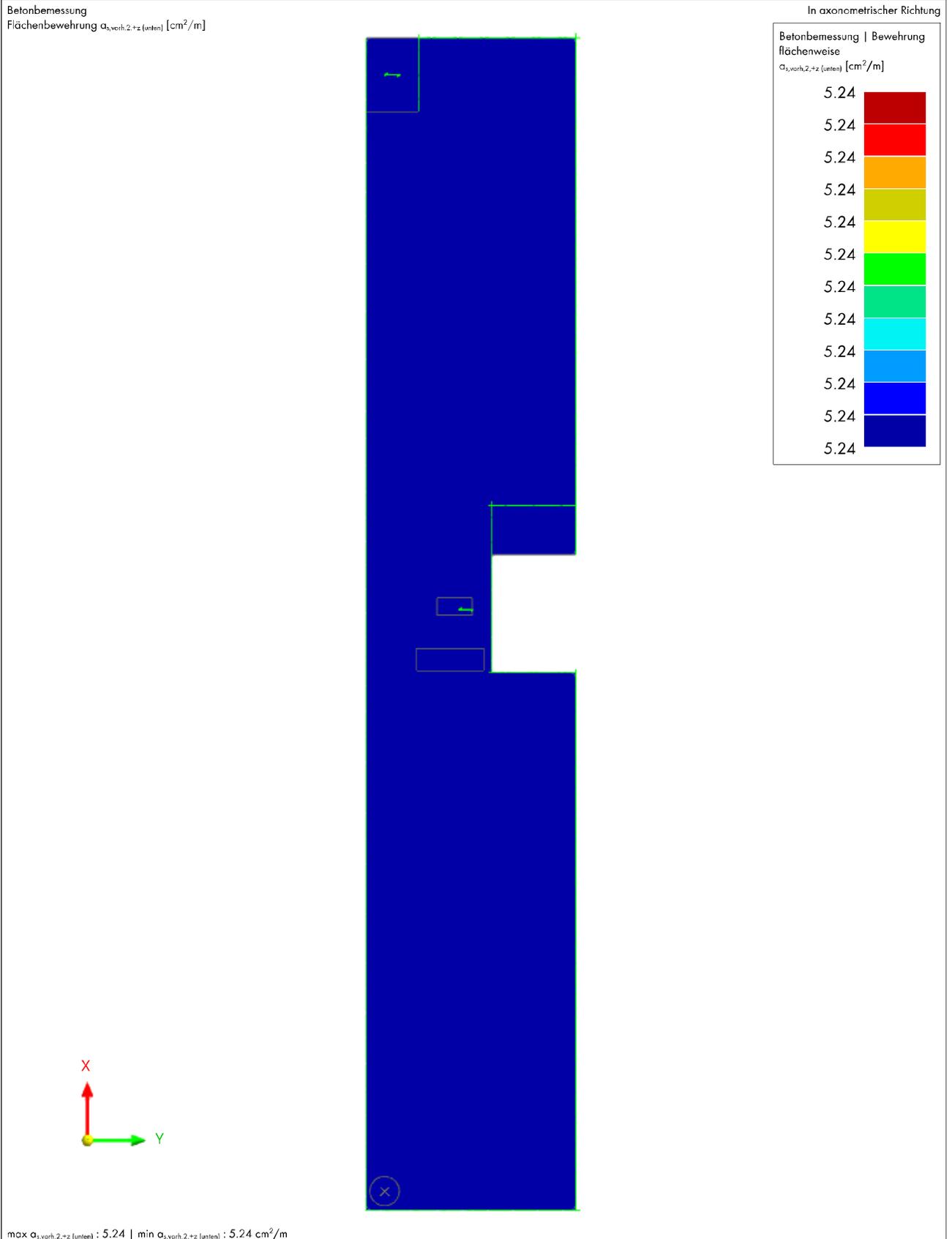
8.2.7 **VORHANDENE UNTERE BEWEHRUNGSLAGE $\alpha_{s,vorh,1,+z}$ (unten), X-RICHTUNG**

Betonbemessung



8.2.8 **VORHANDENE UNTERE BEWEHRUNGSLAGE $\alpha_{s,vorh,2,+z}$ (unten), Y-RICHTUNG**

Betonbemessung

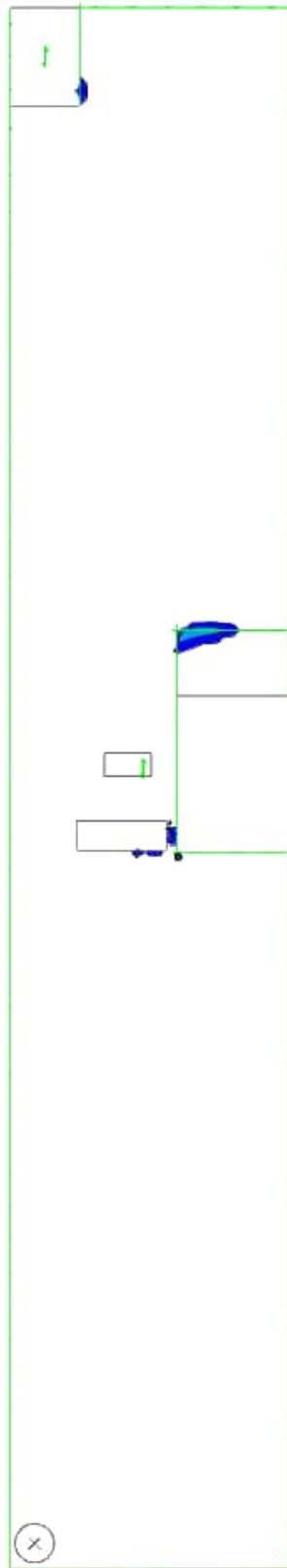
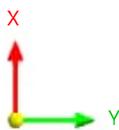
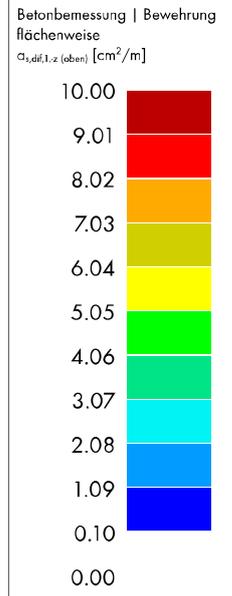


8.2.9 NICHT ABGEDECKTE OBERE BEWEHRUNGSLAGE $\alpha_{s,dif,1,z}$ (oben), X-RICHTUNG

Betonbemessung

Betonbemessung
 Flächenbewehrung $\alpha_{s,dif,1,z}$ (oben) [cm^2/m]

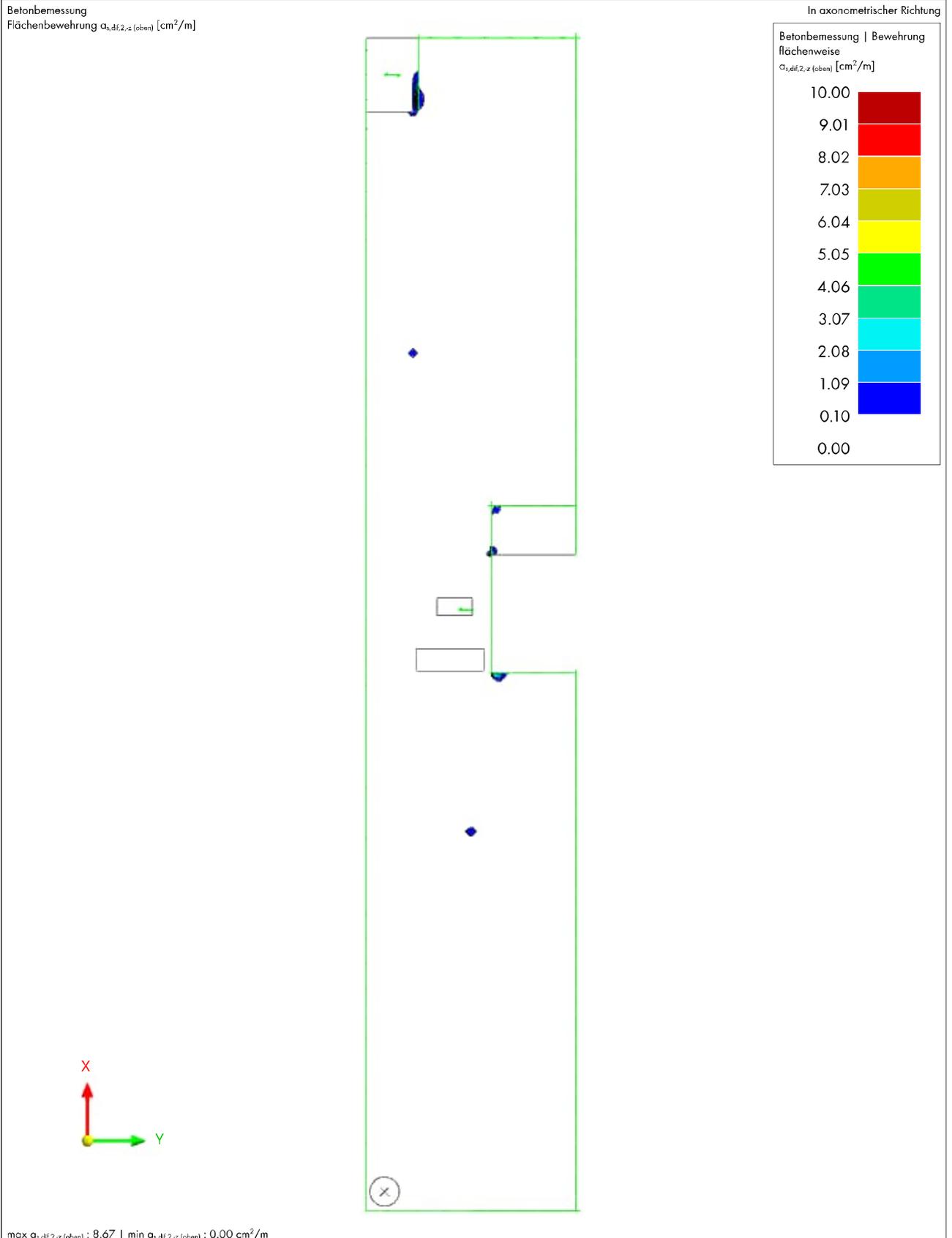
In axonometrischer Richtung



max $\alpha_{s,dif,1,z}$ (oben) : 4.94 | min $\alpha_{s,dif,1,z}$ (oben) : 0.00 cm^2/m

8.2.10 NICHT ABGEDECKTE OBERE BEWEHRUNGSLAGE $\alpha_{s,dif,2,-z}$ (oben), Y-RICHTUNG

Betonbemessung



8.2.11 NICHT ABGEDECKTE UNTERE BEWEHRUNGSLAGE $\alpha_{s,dif,1,+z}$ (unten), X-RICHTUNG

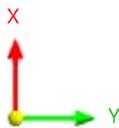
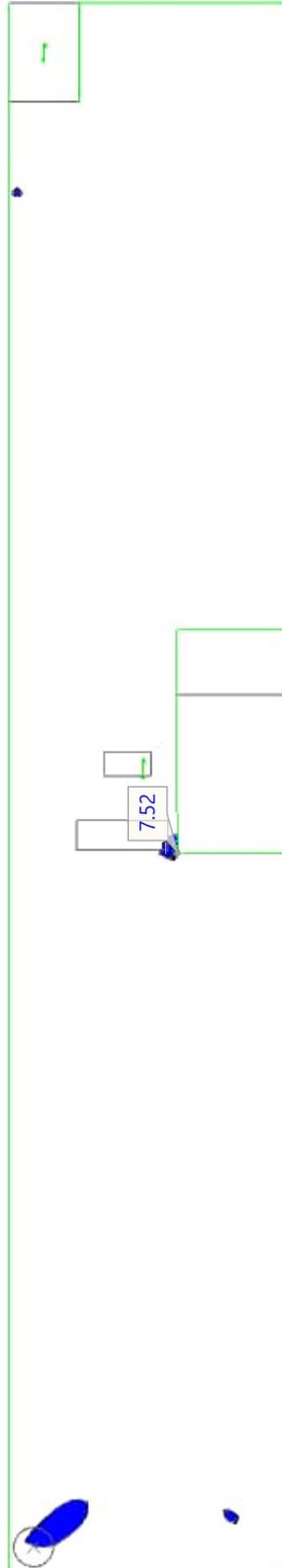
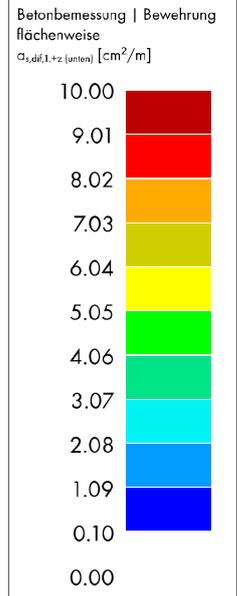
Betonbemessung

Sichtbarkeitsmodus

Betonbemessung

Flächenbewehrung $\alpha_{s,dif,1,+z}$ (unten) [cm²/m]

In axonometrischer Richtung



max $\alpha_{s,dif,1,+z}$ (unten) : 7.52 | min $\alpha_{s,dif,1,+z}$ (unten) : 0.00 cm²/m

8.2.12 NICHT ABGEDECKTE UNTERE BEWEHRUNGSLAGE $\alpha_{s,dif,2,+z}$ (unten), Y-RICHTUNG

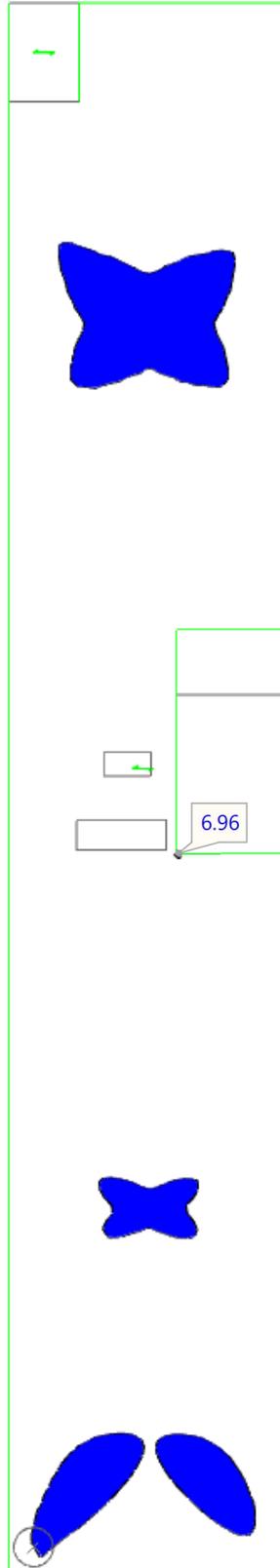
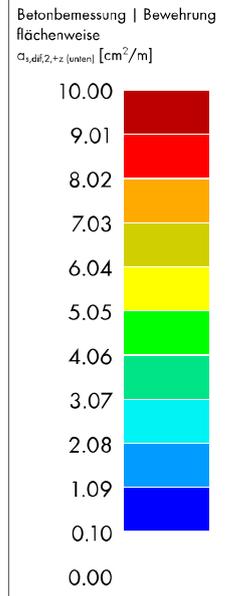
Betonbemessung

Sichtbarkeitsmodus

Betonbemessung

Flächenbewehrung $\alpha_{s,dif,2,+z}$ (unten) [cm^2/m]

In axonometrischer Richtung



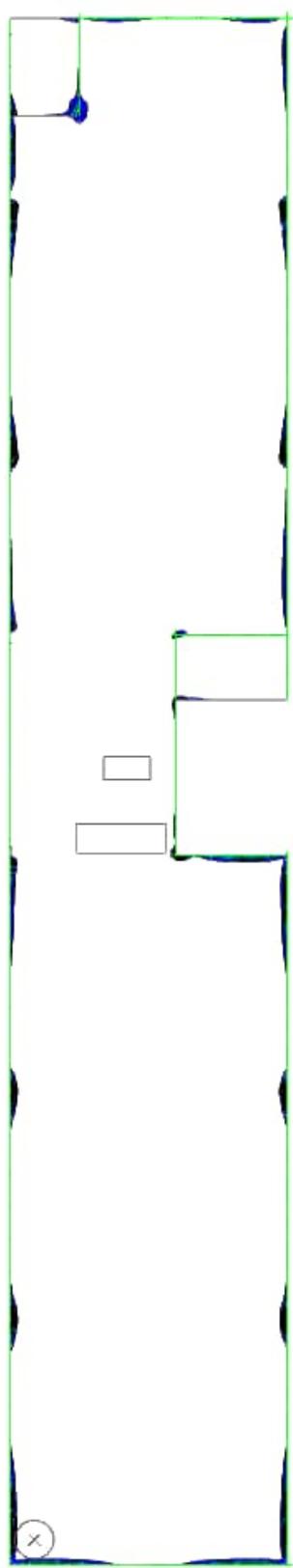
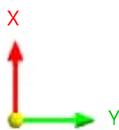
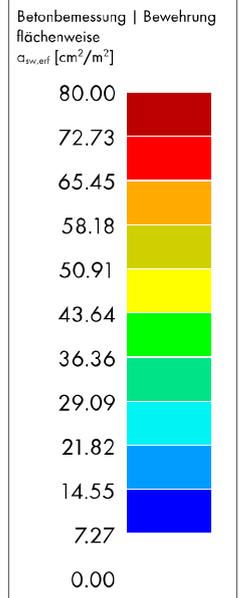
max $\alpha_{s,dif,2,+z}$ (unten) : 6.96 | min $\alpha_{s,dif,2,+z}$ (unten) : 0.00 cm^2/m

8.2.13 ERFORDERLICHE QUERBEWEHRUNG $\alpha_{sw,erf}$

Betonbemessung

Betonbemessung
 Flächenbewehrung $\alpha_{sw,erf}$ [cm^2/m^2]

In axonometrischer Richtung



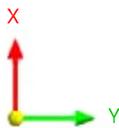
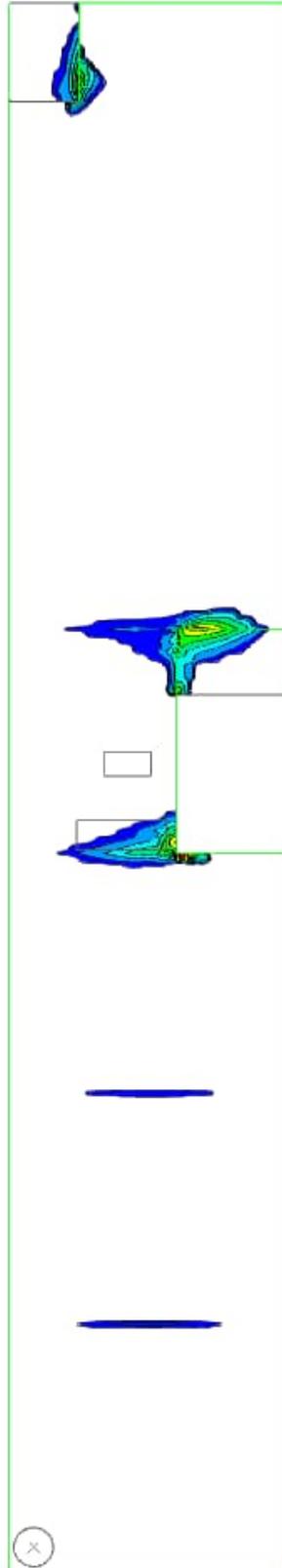
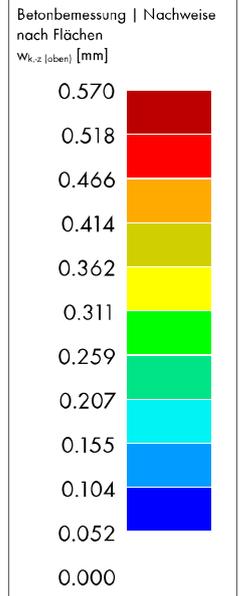
max $\alpha_{sw,erf}$: 104.45 | min $\alpha_{sw,erf}$: 0.00 cm^2/m^2

8.2.14 **RISSWEITE OBEN $w_{k,-z}$ (oben)**

Betonbemessung

Betonbemessung
Flächennachweis $w_{k,-z}$ (oben) [mm]

In axonometrischer Richtung



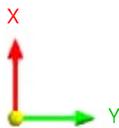
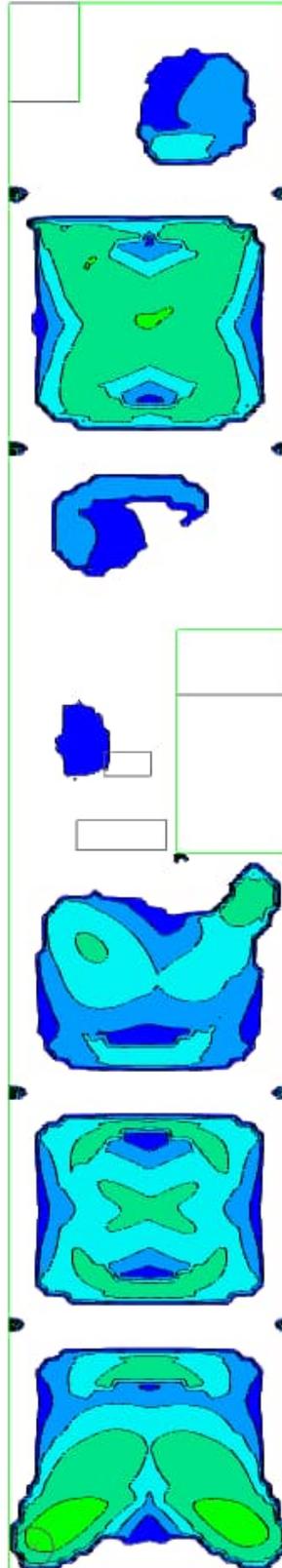
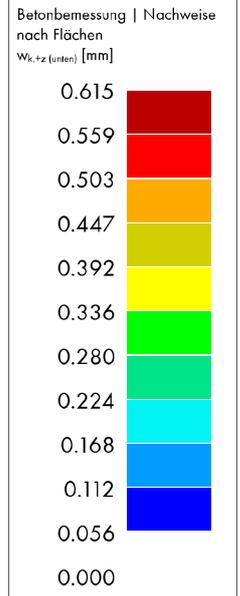
max $w_{k,-z}$ (oben) : 0.570 | min $w_{k,-z}$ (oben) : 0.000 mm

8.2.15 RISSWEITE UNTEN $w_{k,+z}$ (unten)

Betonbemessung

Betonbemessung
 Flächennachweis $w_{k,+z}$ (unten) [mm]

In axonometrischer Richtung



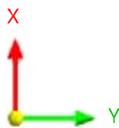
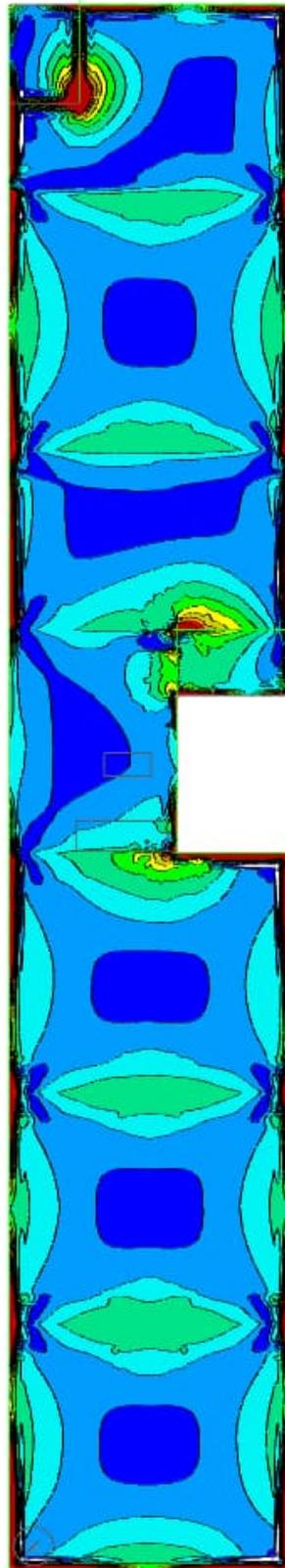
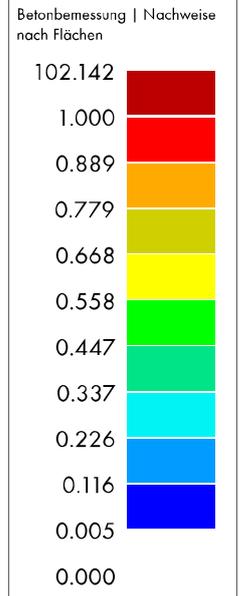
max $w_{k,+z}$ (unten) : 0.615 | min $w_{k,+z}$ (unten) : 0.000 mm

8.2.16 **NACHWEIS SCHUBSPANNUNG v_{Ed} / v_{Rd}**

Betonbemessung

Betonbemessung
Flächennachweis UI0203.02 | v_{Ed} / v_{Rd}

In axonometrischer Richtung



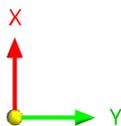
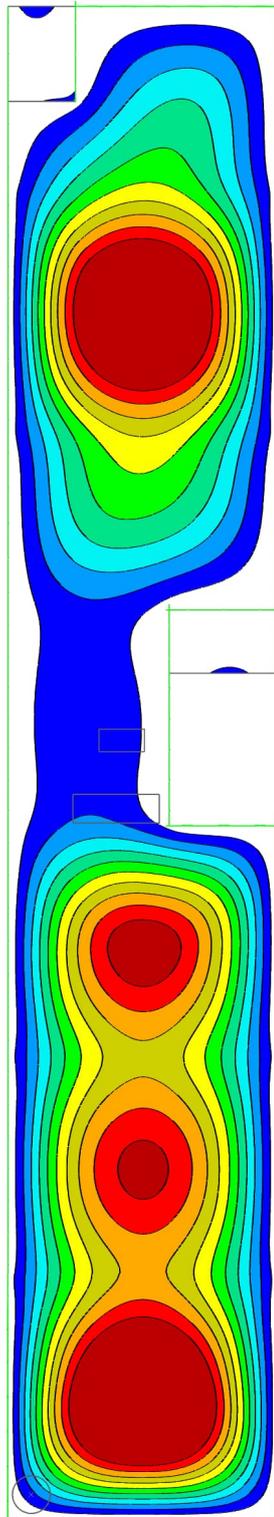
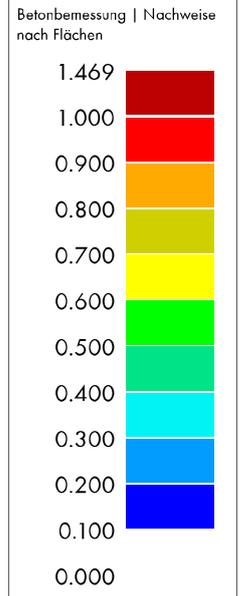
max UI0203.02 | v_{Ed} / v_{Rd} : 102.142 | min UI0203.02 | v_{Ed} / v_{Rd} : 0.005

8.2.17 **Globale Verformungen |u|, GZG, Zustand II**

Betonbemessung

Betonbemessung
Flächennachweis SE0400 | |u| / u_{lim} |

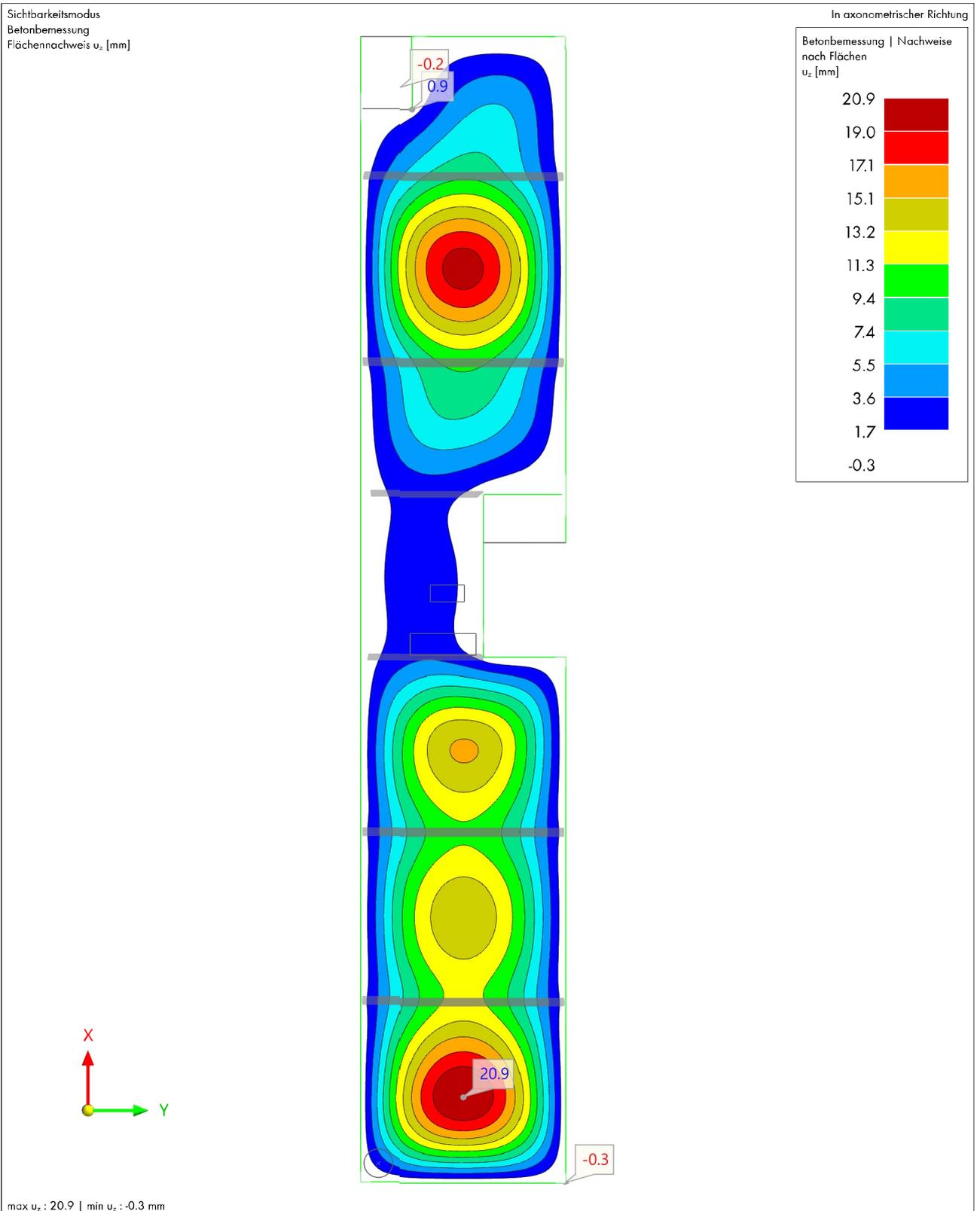
In axonometrischer Richtung



max SE0400 | |u| / u_{lim} | : 1.469 | min SE0400 | |u| / u_{lim} | : 0.000

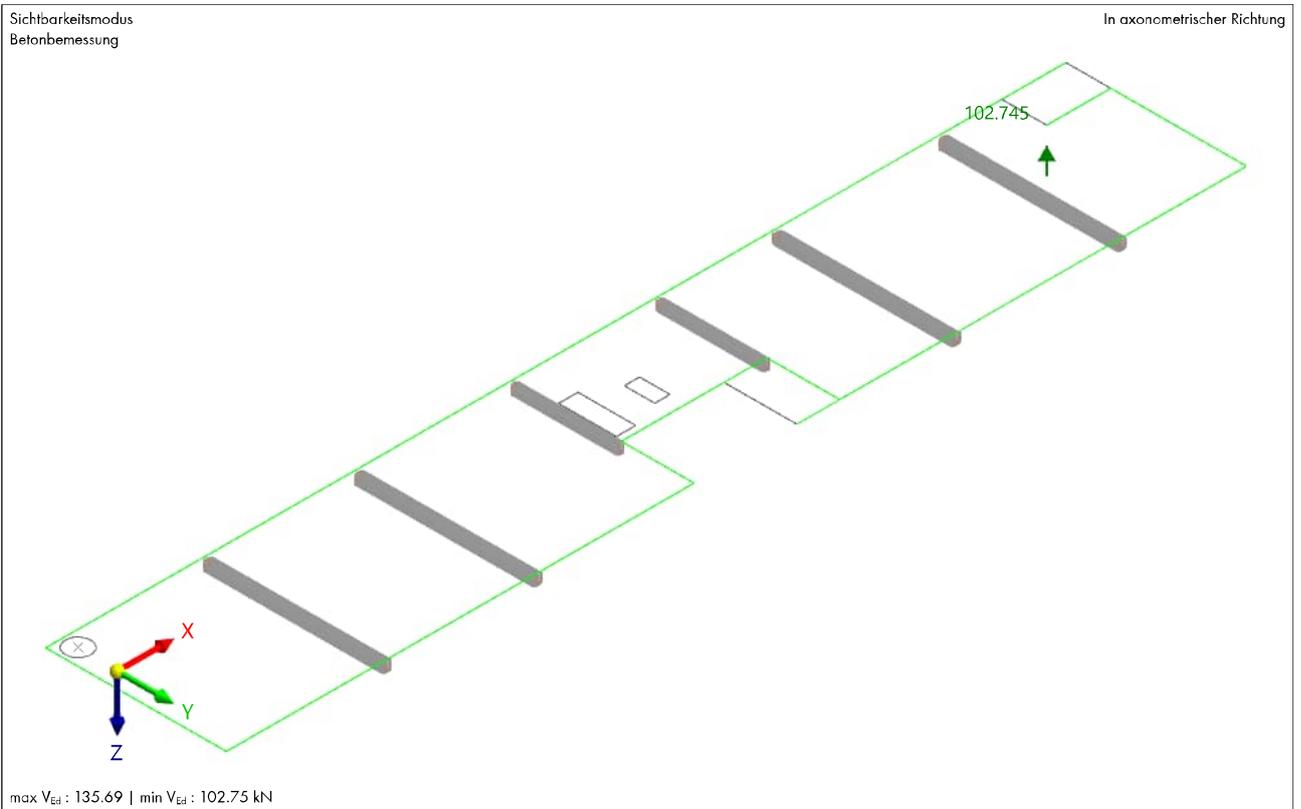
8.2.18 **GLOBALE VERFORMUNGEN | u_z | GZG, ZUSTAND II**

Betonbemessung



8.2.19 **EINWIRKENDE KRAFT DURCHSTANZEN V_{Ed}**

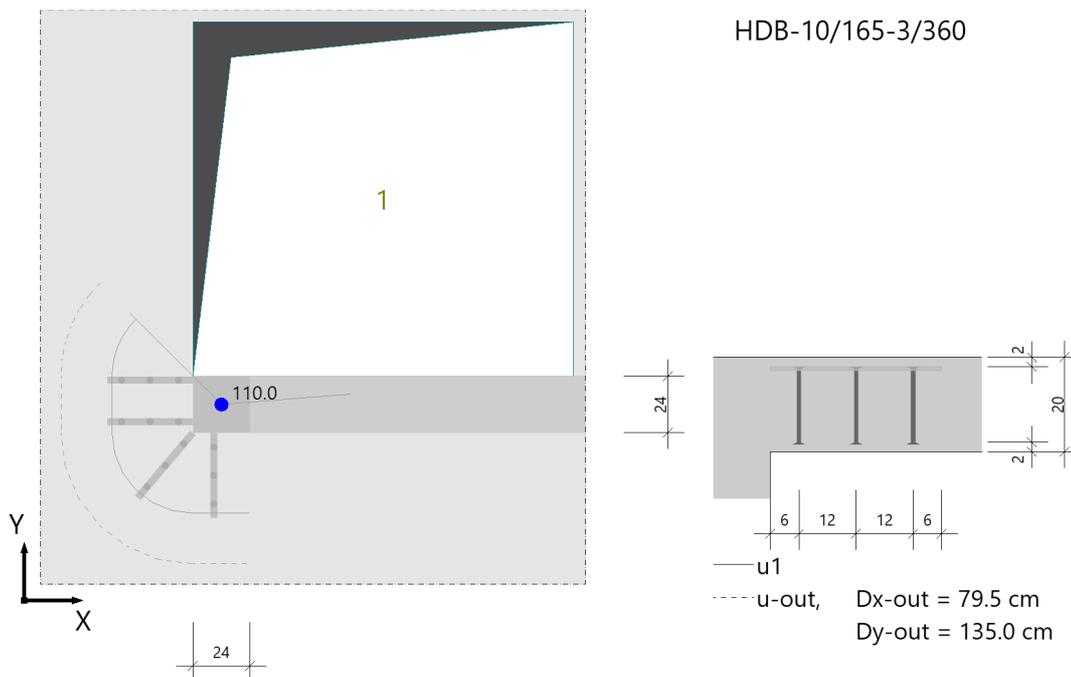
Betonbemessung



Pos. EG_DE01: Durchstanznachweis

Durchstanzen (x64) B6+ 02/23A (FRILO R-2023-2/P04)

Grafik



Geometrie und Material

Platte	$h =$	20.0 cm	$d_m =$	17.0 cm
Wandende	$b_y =$	24.0 cm	$d_x =$	24.0 cm
Wandlänge	$L_w =$	200.0 cm		

Baustoffe	Beton:	C 25/30	Stahl:	B500A
	$\gamma_c =$	1.50	$\gamma_s =$	1.15
	$f_{ck} =$	25.0 N/mm ²	$f_{yk} =$	500.0 N/mm ²

Ausgabe der Bewehrungslagen

Betondeckung $c_u = 2.0$ cm $c_o = 2.0$ cm

Lage [-]	Richtung [-]	d_s [mm]	A_s [cm ²]	Achsabstand [cm]	a_s [cm ² /m]	Achsabstand von Ok [cm]
1	x	10	0.8	15.0	5.2	2.5
2	y	10	0.8	15.0	5.2	3.5

Längsbewehrungsgrade (bezogen auf d_m , ρ je Richtung) :

max. Bewehrungsgrad	zul $\rho \leq 1.629$ %
erf. Bewehrungsgrad für Mindestmoment	min $\rho_x = 0.131$ %
	min $\rho_y = 0.216$ %
vorh. Bewehrungsgrad	vorh $\rho_x = 0.308$ %
	vorh $\rho_y = 0.308$ %
vorh. Bewehrungsgrad im Mittel	vorh $\rho = 0.308$ %

Bewehrungsbereiche :

erforderl. Verlegebreite in y-Richtung für A_{sx}	erf $b_{gy} \geq 135.0$ cm
erforderl. Verlegebreite in x-Richtung für A_{sy}	erf $b_{gx} \geq 79.5$ cm

Hinweis: Die Verlegebreiten erf b_{gx} und erf b_{gy} geben den Minimalbereich an, in dem die der Berechnung zugrunde gelegte Längsbewehrung (vorh ρ bzw. vorh ρ_y und vorh ρ_x) anzuordnen ist.

Aussparungen im Abstand von Stütze : $a \leq 102.0$ cm ($=6 \cdot d_m$)

Summe der Abzüge bei $a = 34.0$ cm $\Sigma \delta u_i = 50.5$ cm

vorgeg. Querkraft $V_E = 110.0$ kN ($=V_{Ed}$)

Erhöhung $\beta = 1.350$

Ergebnisse

Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

NACHWEIS für HDB Ankerleisten nach ETA-12/0454 + EOTA TR 060

krit. Rundschnitt	$u_1 = 128.1$ cm (bei $a = 34.0$ cm)
Bemessungsquerkraft	$V_{Ed} = 0.682$ N/mm ²
Vorfaktor	$C_{Rd,c} = 0.120$
Maßstabsfaktor	$k = 2.000$
Bemessungswiderstand	$V_{Rd,c} = 0.495$ N/mm ² ($=v_{min}$)
max. Bemessungswiderstand	$V_{Rd,max} = 0.970$ N/mm ² ($=1.96 \cdot v_{Rd,c}$)

Ergebnis: $v_{Rd,c} < v_{Ed} \leq v_{Rd,max}$ Durchstanzbewehrung erforderlich

Durchstanzbewehrung aus HDB Ankerleisten nach ETA-12/0454 (01.09.2020)

äußerer Rundschnitt : erf $u_{out} = 177.6 \text{ cm}$ erf $L_s = 29.5 \text{ cm}$
 vorh $u_{out} = 178.8 \text{ cm}$ vorh $L_s = 30.0 \text{ cm}$

Erhöhung $\beta_{red} = \beta = 1.350$
 Bemessungsquerkraft $v_{Ed} = 0.489 \text{ N/mm}^2$
 Vorfaktor $C_{Rd,c} = 0.100$
 Bemessungswiderstand $v_{Rd,c} = 0.495 \text{ N/mm}^2 (= v_{min})$

max. zul. Abstand^{*)} bei $d_m = 29.0 \text{ cm} \geq$ vorh. Abstand^{*)} bei $d_m = 20.1 \text{ cm}$
 bei $L_s = 59.5 \text{ cm} \geq$ bei $L_s = 29.6 \text{ cm}$
 max. zul. Abstand^{**)} auf Leiste = $13.0 \text{ cm} \geq$ vorh. Abstand^{**)} auf Leiste = 12.0 cm

Hinweis: L_s ist der Abstand von der Stützenkante bis zum äußersten Anker. *) Maximal zulässiger bzw. vorhandener Abstand der Anker in tangentialer Richtung bei einem radialen Abstand von d_m bzw. L_s von der Stützenkante. **) Maximal zulässiger bzw. vorhandener Abstand der Anker auf der Leiste (in radialer Richtung).

Anker : B500A, $\emptyset = 10 \text{ mm}$, $F_{Rd} = 34.1 \text{ kN}$, $F_{Ed} = 18.6 \text{ kN}$, Höhe = 16.5 cm
 Anker erf. : 5 Stk. Zone C + 3*1 Stk. Zone D
 Anker gew. : 4 Elemente*(2C + 1D) Anker = 12 Stk-Ges
 Betondeckung unter/ über Anker : $c_u = 2.0 \text{ cm}$, $c_o = 2.0 \text{ cm}$

gew. Leistentyp je Stütze :
 4 Halben-Ankerleisten HDB-10/165-3/360 (60/120/120/60)

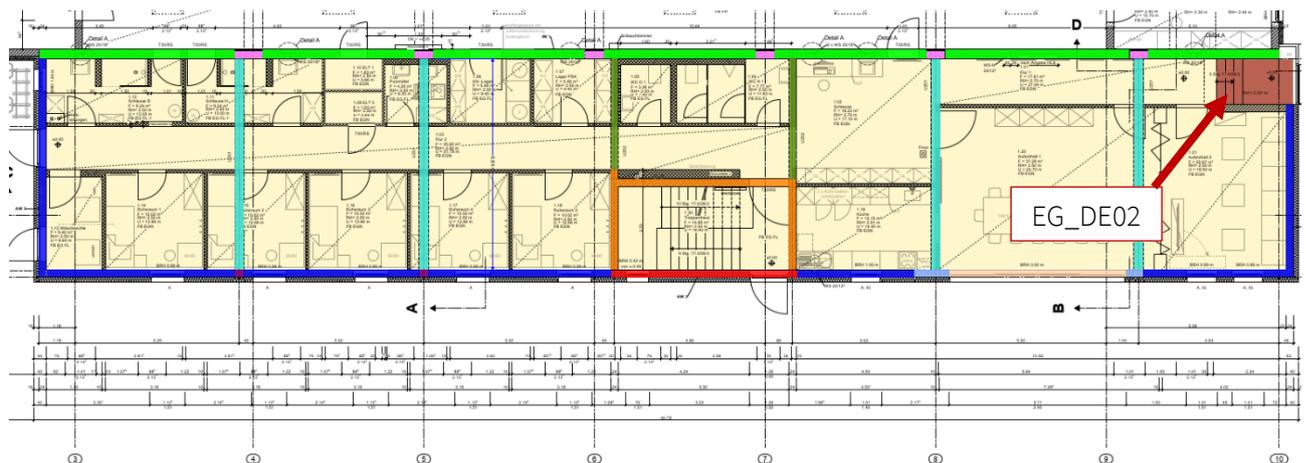
Kollapsbewehrung unten $A_{su} \geq 1.6 \text{ cm}^2$ ($A_s = v_{Ed}/f_{yk}$, $\gamma_F = 1.0$)

Die Längsbewehrung ist außerhalb des äußeren Rundschnittes zu verankern.

3.1.3 Pos. EG_DE02: Decke über EG, Eingangsbereich

Es folgt die Bemessung der oben genannten Decke über dem Eingang im Bereich der Achsen B-C/9-10. Die Decke wird in HFT-Bauweise ausgeführt. Der Nachweis der Decke erfolgt mit der Decke Pos. EG_DE01. Rissweiten und Verformungen werden dabei anhand der eingelegten Bewehrung nichtlinear im Zustand II berechnet.

Auszug Architekturplan



Geometrie/Material

Stahlbeton	C25/30 XC1, WO;	$w = 0,40 \text{ mm}$
Betonstahl	B500	
Abmessung	$h = 15 \text{ cm}$	
Betondeckung	$c_{\text{nom}} = 2,0 \text{ cm}$ (oben + unten)	
Bewehrung oben	Q524 Matte	
Bewehrung unten	Q524 Matte	
Zulagen	gemäß RFEM-Ausdruck	

Lastannahmen

Lasten gemäß Kapitel Vorbemerkungen. Nicht aufgeführte, zusätzliche Lasten durch Auf- und Einbauten oder angrenzende Bauteile werden als Knoten-, Linien- oder Flächenlasten definiert.

Ständige Lasten:

Eigenlasten programmintern	Wichte Stahlbeton 25 kN/m^3		
Fußbodenaufbau		$g_k = 2,60$	kN/m^2
Brüstung Vordach	$25,0 \text{ kN/m}^3 \times 1,03 \text{ m} \times 0,24 \text{ m} =$	$g_k = 6,20$	kN/m^2
Glasdach	$1,0 \text{ kN/m}^2 \times 1,3 \text{ m}$	$g_k = 1,30$	kN/m^2

(kein Ansatz des Momentes aufgrund der positiven Auswirkung auf Feldbewehrung sowie Durchbiegung)

Veränderliche Lasten:

Nutzlast Kat. B2 inkl. Leichter Trennwandzuschlag		$q_k = 3,80$	kN/m^2
Nutzlast Kat B3		$q_k = 5,00$	kN/m^2
Unterhanglasten		$q_k = 0,50$	kN/m^2
Nutzlast Vordach (Schnee)	$2,04 \text{ kN/m}^2 \times 1,3 \text{ m}$	$g_k = 2,65$	kN/m^2

(kein Ansatz des Momentes aufgrund der positiven Auswirkung auf Feldbewehrung sowie Durchbiegung)

Nachweis der Rissbreitenbeschränkung

Hinweise nach Tab. 3 sind bei Bauausführung zu beachten

Tabelle 3. Empfohlene Anhaltswerte für die Betonzugfestigkeit bei Zwang aus Abfließen der Hydratationswärme (Tabelle 7 aus DBV [1])

S	1	2	3	4	5
Z	Festigkeitsentwicklung des Betons	Bauteildicke h			
		$\leq 0,30 \text{ m}$	$\leq 0,80 \text{ m}$	$\leq 2,0 \text{ m}$	$> 2,0 \text{ m}$
1	langsam ($r < 0,30$) ^{1) 2)}	– ³⁾	$0,60f_{ctm}$	$0,70f_{ctm}$ ⁴⁾	$0,80f_{ctm}$ ⁴⁾
2	mittel ($r < 0,50$) ¹⁾	$0,65f_{ctm}$	$0,75f_{ctm}$	$0,85f_{ctm}$	$0,95f_{ctm}$
3	schnell ($r \geq 0,50$) ¹⁾	$0,80f_{ctm}$	$0,90f_{ctm}$	$1,0f_{ctm}$	$1,00f_{ctm}$

¹⁾ Die Festigkeitsentwicklung des Betons wird durch das Verhältnis $r = f_{cm}(2 \text{ d}) / f_{cm}(28 \text{ d})$ beschrieben, das bei der Eignungsprüfung oder auf der Grundlage eines bekannten Verhältnisses von Beton vergleichbarer Zusammensetzung (d. h. gleicher Zement, gleicher w/z-Wert) ermittelt wurde.

Wird bei besonderen Anwendungen die Druckfestigkeit zu einem späteren Zeitpunkt $t > 28$ Tage bestimmt, ist das Verhältnis der mittleren Druckfestigkeit nach 2 Tagen $f_{cm}(2 \text{ d})$ zur mittleren Druckfestigkeit zum Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit $f_{cm}(t)$ zu ermitteln oder es ist vom Betonhersteller eine Festigkeitsentwicklungskurve bei 20 °C zwischen 2 Tagen und dem Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit anzugeben.

²⁾ Bei Festigkeitsklassen $\geq \text{C}30/37$ ist es i. d. R. nicht möglich, das Festigkeitsverhältnis $r \leq 0,30$ bezogen auf 28 Tage zu begrenzen. In diesen Fällen ist es erforderlich, den Zeitpunkt des Nachweises der Festigkeitsklasse auf einen späteren Zeitpunkt (z. B. 56 Tage) zu vereinbaren.

³⁾ Die Auslegung der Bewehrung bei dünnen Bauteilen auf eine langsame Festigkeitsentwicklung ist nicht sinnvoll. Es sollte grundsätzlich mindestens eine mittlere Festigkeitsentwicklung angenommen werden.

⁴⁾ Der empfohlene Anhaltswert für massige Bauteile ist erst bei der Verwendung von langsam erhärtenden Betonen mit einem Prüfalter von 91 Tagen zu erwarten.

Begrenzung der Rissbreite unter zentrischen Zwang $k_c = 1,0$			
(Direkte Berechnung nach DIN EN 1992-1-1, 7.3.2 + NA)			
Bewehrungsrichtung		x- Richtung	y- Richtung
Beton	Betongüte	C25/30	
	Betonzugfestigkeit	f_{ctm} [N/mm ²]	2,60
	Festigkeitsentwicklung des Betons	r	< 0,5
	Beiwert für Zeitpunkt Rissbildung	$k_{z,t}$ [%]	65
	wirksame Zugfestigkeit	$f_{ct,eff}$ [N/mm ²]	1,69
Bewehrung	Stahlsorte	B	B 500
	Elastizitätsmodul	E_s [N/mm ²]	200.000
		E_{cm} [N/mm ²]	31.000
	Durchmesser	d_s/d_{sv} [mm]	10 10
	Stababstand	s [cm]	15,0 15,0
	Mattenbewehrung	(j / n)	j j
	Querschnitt je Bauteilseite	$A_{s1}=A_{s2}$ [cm ² /m]	5,24 5,24
	Gesamtquerschnitt	vorh A_s [cm ² /m]	10,47 10,47
Abmessung	Betonüberdeckung	c_{nom} [cm]	2,0 3,0
	Bauteilhöhe	h [cm]	15,0
	Betonquerschnitt	A_{ct} [cm ² /m]	1.500,0
	Achsabstand Bewehrung	d_1 [cm]	2,5 3,5
	Wirkungstiefe Bewehrung	h_{eff} [cm]	6,5 7,5
	wirksame Betonzugfläche	$A_{c,eff}$ [cm ² /m]	1.300,0 1.500,0
Beiwerte	Spannungsverteilung innerhalb Zugzone	k_c	1,00
	Verteilung Betonzug-spannungen	k	0,80
	effektiver Bewehrungsgrad	$_{eff} \rho$	0,8% 0,7%
	geometrischer Bewehrungsgrad	ρ_{tot}	0,8% 0,7%
	Betonstahlspannung im Riss		
	$\sigma_s = k_c * k * f_{ct,eff} * A_c / A_s$		193,66 193,66
	mittlere Differenzdehnung Stahl - Beton	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0,058% 0,058%
	Maximaler Rissabstand	$s_{r,max}$ [mm]	318 318
Achtung bei Mattenbewehrung (DIN EN 1992-1-1-NA, 7.3.4(3)):			
	Rissabstand < doppelte Maschenweite	$s_{r,max}$ [mm] <	300 300
Vorhandene rechnerische Rissweite		w_k [mm]	0,174 0,174

Bemessung

Alle GZT und GZG Nachweise gemäß RFEM-Ausdruckprotokoll zur Pos. EG_DE01.

Verformungen

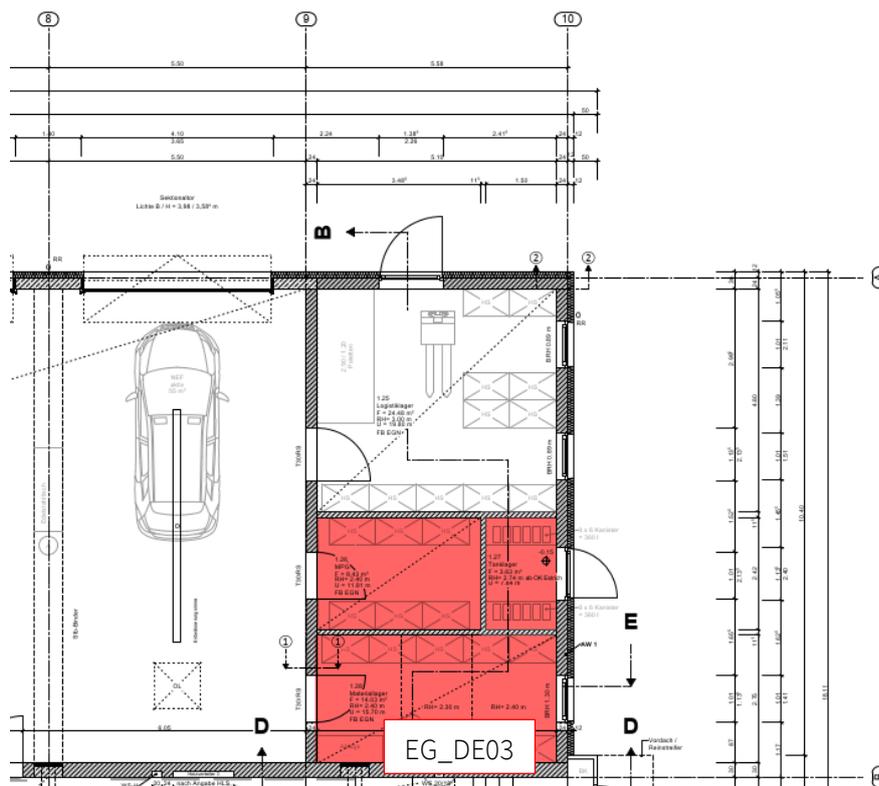
Die maximal zulässige Verformung der Decke beträgt $l/250 = 1800/250 = 7,2$ mm

Die errechnete Verformung im Zustand II beträgt $0,6$ mm < $7,2$ mm ✓

3.1.4 Pos. EG_DE03: Lagerbereich Fahrzeughalle

Es folgt die Bemessung der oben genannten Decke in der Fahrzeughalle oberhalb von Material- und Tanklager im Bereich der Achsen A-B/9-10. Die Decke wird in HFT-Bauweise ausgeführt. Der Raum oberhalb dieser Decke ist nur über den Sozialtrakt erreichbar. Der Nachweis der Decken erfolgt am Einzelmodell. Rissweiten und Verformungen werden dabei anhand der eingelegten Bewehrung nichtlinear im Zustand II berechnet.

Auszug Architekturplan



Geometrie/Material

Stahlbeton	C25/30 oben: XC1, WO; w = 0,40 mm unten: XC3, WO; w = 0,30 mm
Betonstahl	B500
Abmessungen	h = 20 cm
Betondeckung	$c_{\text{nom,oben}} = 2,0$ cm $c_{\text{nom,unten}} = 2,5$ cm
Bewehrung o+u	Q335 Matte (HFT-Decke, daher RBN für Aufbeton → 12 cm)
Zulagen	gemäß RFEM-Ausdruck

Lastannahmen

Lasten gemäß Kapitel Vorbemerkungen. Nicht aufgeführte, zusätzliche Lasten durch Auf- und Einbauten oder angrenzende Bauteile werden als Knoten-, Linien- oder Flächenlasten definiert.

Ständige Lasten:

Eigenlasten programmintern Wichte Stahlbeton 25 kN/m³

Fußbodenaufbau g_k = 2,60 kN/m²

Veränderliche Lasten:

Nutzlast Kat. E1 q_k = 5,00 kN/m²

Nachweis der Rissbreitenbeschränkung

Hinweise nach Tab. 3 sind bei Bauausführung zu beachten

Tabelle 3. Empfohlene Anhaltswerte für die Betonzugfestigkeit bei Zwang aus Abfließen der Hydratationswärme (Tabelle 7 aus DBV [1])

S	1	2	3	4	5
Z	Festigkeitsentwicklung des Betons	Bauteildicke <i>h</i>			
		≤ 0,30 m	≤ 0,80 m	≤ 2,0 m	> 2,0 m
1	langsam (<i>r</i> < 0,30) ^{1) 2)}	– ³⁾	0,60 <i>f</i> _{ctm}	0,70 <i>f</i> _{ctm} ⁴⁾	0,80 <i>f</i> _{ctm} ⁴⁾
2	mittel (<i>r</i> < 0,50) ¹⁾	0,65<i>f</i>_{ctm}	0,75<i>f</i>_{ctm}	0,85<i>f</i>_{ctm}	0,95<i>f</i>_{ctm}
3	schnell (<i>r</i> ≥ 0,50) ¹⁾	0,80 <i>f</i> _{ctm}	0,90 <i>f</i> _{ctm}	1,0 <i>f</i> _{ctm}	1,00 <i>f</i> _{ctm}

¹⁾ Die Festigkeitsentwicklung des Betons wird durch das Verhältnis $r = f_{cm}(2 \text{ d}) / f_{cm}(28 \text{ d})$ beschrieben, das bei der Eignungsprüfung oder auf der Grundlage eines bekannten Verhältnisses von Beton vergleichbarer Zusammensetzung (d. h. gleicher Zement, gleicher w/z-Wert) ermittelt wurde.

Wird bei besonderen Anwendungen die Druckfestigkeit zu einem späteren Zeitpunkt $t > 28$ Tage bestimmt, ist das Verhältnis der mittleren Druckfestigkeit nach 2 Tagen $f_{cm}(2 \text{ d})$ zur mittleren Druckfestigkeit zum Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit $f_{cm}(t)$ zu ermitteln oder es ist vom Betonhersteller eine Festigkeitsentwicklungskurve bei 20 °C zwischen 2 Tagen und dem Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit anzugeben.

²⁾ Bei Festigkeitsklassen ≥ C30/37 ist es i. d. R. nicht möglich, das Festigkeitsverhältnis $r \leq 0,30$ bezogen auf 28 Tage zu begrenzen. In diesen Fällen ist es erforderlich, den Zeitpunkt des Nachweises der Festigkeitsklasse auf einen späteren Zeitpunkt (z. B. 56 Tage) zu vereinbaren.

³⁾ Die Auslegung der Bewehrung bei dünnen Bauteilen auf eine langsame Festigkeitsentwicklung ist nicht sinnvoll. Es sollte grundsätzlich mindestens eine mittlere Festigkeitsentwicklung angenommen werden.

⁴⁾ Der empfohlene Anhaltswert für massige Bauteile ist erst bei der Verwendung von langsam erhärtenden Betonen mit einem Prüfalter von 91 Tagen zu erwarten.

Begrenzung der Rissbreite unter zentrischen Zwang $k_c = 1,0$			
(Direkte Berechnung nach DIN EN 1992-1-1, 7.3.2 + NA)			
Bewehrungsrichtung		x- Richtung	y- Richtung
Beton	Betongüte	C25/30	
	Betonzugfestigkeit	f_{ctm} [N/mm ²]	2,60
	Festigkeitsentwicklung des Betons	r	< 0,5
	Beiwert für Zeitpunkt Rissbildung	$k_{z,t}$ [%]	65
	wirksame Zugfestigkeit	$f_{ct,eff}$ [N/mm ²]	1,69
Bewehrung	Stahlsorte	B	B 500
	Elastizitätsmodul	E_s [N/mm ²]	200.000
		E_{cm} [N/mm ²]	31.000
	Durchmesser	d_s/d_{sv} [mm]	8 8
	Stababstand	s [cm]	15,0 15,0
	Mattenbewehrung	(j / n)	j j
	Querschnitt je Bauteilseite	$A_{s1}=A_{s2}$ [cm ² /m]	3,35 3,35
	Gesamtquerschnitt	vorh A_s [cm ² /m]	6,70 6,70
Abmessung	Betonüberdeckung	c_{nom} [cm]	2,0 2,8
	Bauteilhöhe	h [cm]	12,0
	Betonquerschnitt	A_{ct} [cm ² /m]	1.200,0
	Achsabstand Bewehrung	d_1 [cm]	2,4 3,2
	Wirkungstiefe Bewehrung	h_{eff} [cm]	6,0 6,0
	wirksame Betonzugfläche	$A_{c,eff}$ [cm ² /m]	1.200,0 1.200,0
Beiwerte	Spannungsverteilung innerhalb Zugzone	k_c	1,00
	Verteilung Betonzug-spannungen	k	0,80
	effektiver Bewehrungsgrad	$_{eff} \rho$	0,6% 0,6%
	geometrischer Bewehrungsgrad	ρ_{tot}	0,6% 0,6%
	Betonstahlspannung im Riss		
	$\sigma_s = k_c * k * f_{ct,eff} * A_c / A_s$		242,07 242,07
	mittlere Differenzdehnung Stahl - Beton	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0,073% 0,073%
	Maximaler Rissabstand	$s_{r,max}$ [mm]	318 318
Achtung bei Mattenbewehrung (DIN EN 1992-1-1-NA, 7.3.4(3)):			
	Rissabstand < doppelte Maschenweite	$s_{r,max}$ [mm] <	300 300
Vorhandene rechnerische Rissweite		w_k [mm]	0,218 0,218

Bemessung

Alle GZT und GZG Nachweise gemäß nachfolgendem RFEM-Ausdruckprotokoll.

Verformungen

Die maximal zulässige Verformung der Decke beträgt $l/250 = 2950/250 = 11,8$ mm

Die errechnete Verformung im Zustand II beträgt $0,9$ mm < $11,8$ mm ✓

INHALT

<p>A Modell - Basisangaben</p> <hr/> <p>1 Basisobjekte ■ ■</p> <p>1.1 Materialien</p> <p>1.2 Dicken</p> <p>1.3 Flächen</p> <p>1.4 Isometrie</p> <hr/> <p>2 Typen für Linien ■ ■</p> <p>2.1 Linienlager</p> <hr/> <p>3 Typen für Betonbemessung ■ ■</p> <p>3.1 Flächenbewehrungen</p> <p>3.2 Betondauerhaftigkeiten</p> <p>3.3 Bewehrungsrichtungen</p> <hr/> <p>4 Lastfälle und Kombinationen ■ ■</p> <p>4.1 Lastfälle</p> <p>4.2 Lastkombinationen</p> <hr/> <p>5 Lasten ■ ■</p> <p>5.1 LF1 - Eigengewicht</p> <p>5.1.1 LF1: Eigengewicht</p> <p>5.2 LF3 - Nutzlast</p> <p>5.2.1 LF3: Nutzlast</p> <hr/> <p>6 Statikanalyse-Ergebnisse ■ ■</p> <p>6.1 BS1: Linienlager p_z, GZT</p> <p>6.2 LF1: Linienlager p_z, Eigengewicht</p> <p>6.3 LF3: Linienlager p_z, In axonometrischer Richtung</p>	<p>7 Betonbemessung ■ ■</p> <hr/> <p>7.1 Bemessungssituationen</p> <p>7.2 Ergebnisse</p> <p>7.2.1 Erforderliche obere Bewehrungslage: $a_{s,erf,1,-z}$ (oben), X-Richtung</p> <p>7.2.2 Erforderliche obere Bewehrungslage: $a_{s,erf,2,-z}$ (oben), Y-Richtung</p> <p>7.2.3 Erforderliche untere Bewehrungslage: $a_{s,erf,1,+z}$ (unten), X-Richtung</p> <p>7.2.4 Erforderliche untere Bewehrungslage: $a_{s,erf,2,+z}$ (unten), Y-Richtung</p> <p>7.2.5 Vorhandene obere Bewehrungslage: $a_{s,vorh,1,-z}$ (oben), X-Richtung</p> <p>7.2.6 Vorhandene obere Bewehrungslage: $a_{s,vorh,2,-z}$ (oben), Y-Richtung</p> <p>7.2.7 Vorhandene untere Bewehrungslage: $a_{s,vorh,1,+z}$ (unten), X-Richtung</p> <p>7.2.8 Vorhandene untere Bewehrungslage: $a_{s,vorh,2,+z}$ (unten), Y-Richtung</p> <p>7.2.9 Nicht abgedeckte obere Bewehrungslage: $a_{s,dif,1,-z}$ (oben), X-</p> <p>7.2.10 Nicht abgedeckte obere Bewehrungslage: $a_{s,dif,2,-z}$ (oben), Y-</p> <p>7.2.11 Nicht abgedeckte untere Bewehrungslage: $a_{s,dif,1,+z}$ (unten), X-</p> <p> Richtung</p> <p>7.2.12 Nicht abgedeckte untere Bewehrungslage: $a_{s,dif,2,+z}$ (unten), Y-</p> <p> Richtung</p> <p>7.2.13 erforderliche Querbewehrung: $a_{s,w,erf}$</p> <p>7.2.14 Globale Verformungen μ, GZG, Zustand Zustand II</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

A **MODELL - BASISANGABEN**

Basis  Modellname : EG_DE03 - Decke EG Lager.rf6
Modellbeschreibung : Zwischenpodest Treppe
Modelltyp : 3D

Add-Ons Betonbemessung

Normen I  Lastfallklassifizierungs- und Kombinationsassistent :  EN 1990
 DIN | 2012-08
Lastassistent :  EN 1991
 DIN | 2019-04
Normgruppe für Betonbemessung :  EN 1992
 DIN | 2015-12

Einstellungen und Optionen  Fallbeschleunigung/ g : 10.00 m/s²
Massenumwandlungskonstante
Datum des Tages Null im Zeitdiagramm : 01.01.2016
Globale Achsen XYZ : Z nach unten
Lokale Achsen xyz : z nach unten

Toleranzen Toleranz für Knoten : 0.00050 m
Toleranz für Linien : 0.00050 m
Toleranz für Flächen/Ebenen : 0.00050 m
Toleranz für Richtungen : 0.00050 m

1 **Basisobjekte**

1.1 **MATERIALIEN**

- Legende
-  Beton-Einstellungen
 -  Einstellungen für Kriechen/Schwinden/Alterung

Material Nr.	Name des Materials	Material-Typ	Analyse Modell	Optionen
1	 C25/30 Isotrop Linear elastisch	 Beton	 Isotrop Linear elastisch	 
2	 Porotherm 25-38 W.i Plan, Dünnbettmörtel 1-3 mm Isotrop Linear elastisch	 Mauerwerk	 Isotrop Linear elastisch	
3	 B500M(A) Isotrop Linear elastisch	 Betonstahl	 Isotrop Linear elastisch	

1.2 **DICKEN**

Dicke Nr.	Typ	Zugewiesen an Fläche Nr.	Dicke					
			Material	Symbol	Wert	Einheit	Knoten	Richtung
1	 Konstant d : 200.0 mm 1 - C25/30  Konstant	1	 1	d	200.0	mm		

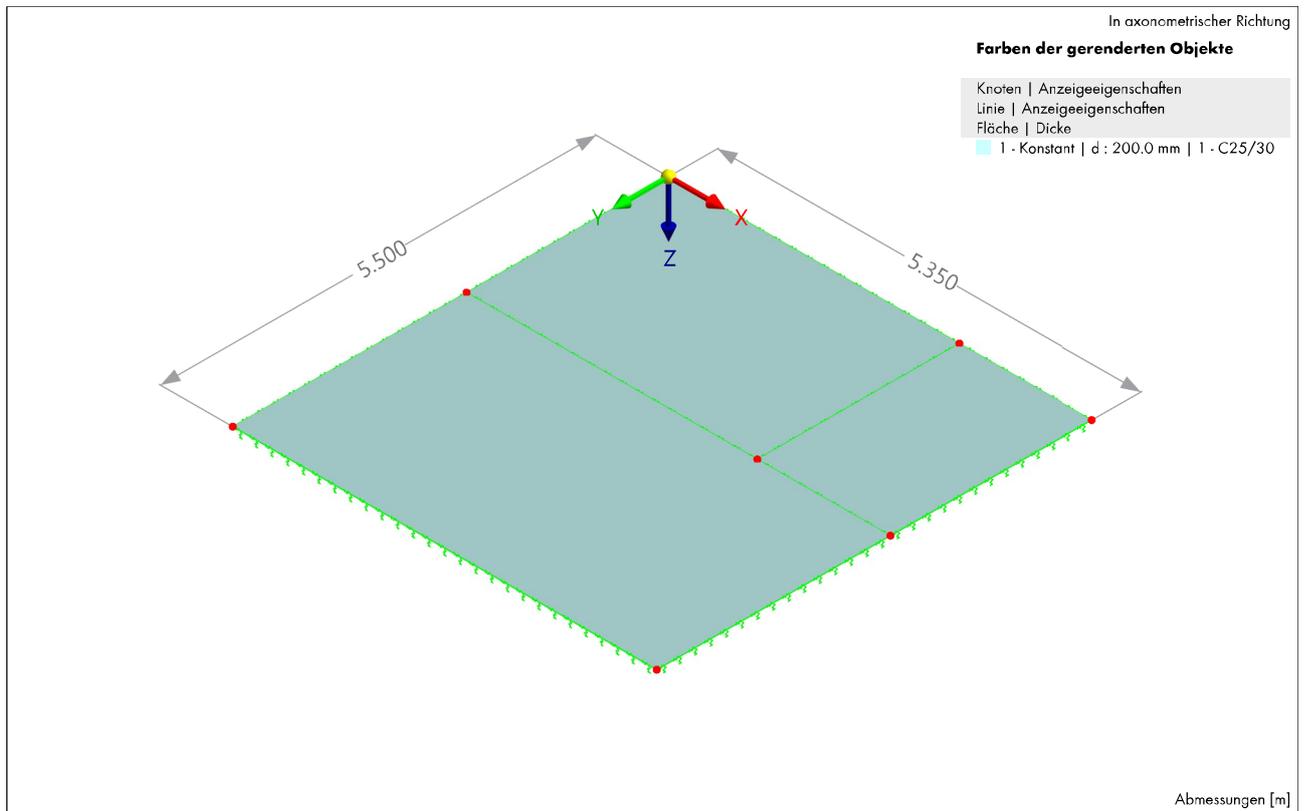
1.3 **FLÄCHEN**

- Legende
-  Bemessungseigenschaften
 -  Betondauerhaftigkeit (Betonbemessung)

Fläche Nr.	Begrenzung Linien	Steifigkeit Typ	Geometrie Typ	Dicke	Material	Lage	Optionen
1	4,5,1,10,2,7,3	 Standard	 Ebene	 1	 1	In XY	    

-  Bewehrungsrichtung – Oben  Bewehrungsrichtung – Unten  Flächenbewehrungstabelle  Integrierte Objekte
 Raster für Ergebnisse

1.4 ISOMETRIE



2 Typen für Linien

2.1 LINIENLAGER

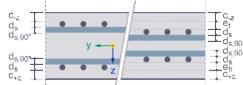
Legende
 Fiktive Wand

Lager Nr.	Linien Nr.	Koordinaten-Achsen-System	Achsen-dr. β [°]	Wegfeder [kN/m ²]			Drehfeder [kNm·rad ⁻¹ ·m ⁻¹]			Optionen
				$C_{u,x}$	$C_{u,y}$	$C_{u,z}$	$C_{\varphi,x}$	$C_{\varphi,y}$	$C_{\varphi,z}$	
1	3	Lokal xyz	0.00	195918.00 0	<input type="checkbox"/>	462366.00 0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		30er MW-Wand								
2	2,4,5,7	Lokal xyz	0.00	156734.00 0	<input type="checkbox"/>	369892.00 0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		24er MW-Wand								
3	1,6,8-10	Lokal xyz	0.00	75101.800	<input type="checkbox"/>	177240.00 0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		11,5er MW-Wand								

3 Typen für Betonbemessung

3.1 FLÄCHENBEWEHRUNGEN

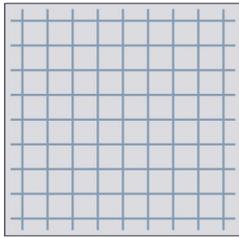
Typ der Lage 'Auf Fläche' | Ausrichtung 'Oben (-z)' und 'Unten (+z)'



Bew. Nr.	Beschreibung	Symbol	Wert	Einheit
1	Auf Fläche Matte Q335A Oben (-z) Unten (+z) (Flächen : 1) Zugewiesen an Flächen Nr. Typ der Lage Material Bewehrungstyp Zugewiesen an Seite Lieferprogramm der Matten Name der Matte		1	

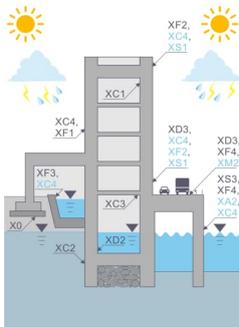
3.1 FLÄCHENBEWEHRUNGEN

Bewehrungstyp 'Matte'



Bew. Nr.	Beschreibung	Symbol	Wert	Einheit
	Mattenform		Q-Matte	
	Obere Ausrichtung aktiviert		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Untere Ausrichtung aktiviert		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Oben zusätzlicher Versatz zur Betondeckung	e _o	0.0	mm
	Unten zusätzlicher Versatz zur Betondeckung	e _u	0.0	mm
	Typ der Bewehrungsrichtung		In Bewehrungsrichtung	
	In Bewehrungsrichtung der Bemessung		a _{s,1}	
	Bewehrungsfläche	a _{s,1}	6.70	cm ² /m
	Bewehrungsfläche	a _{s,2}	6.70	cm ² /m
	Bewehrungsfläche	a _{s,1,+z}	3.35	cm ² /m
	Bewehrungsfläche	a _{s,1,-z}	3.35	cm ² /m
	Bewehrungsfläche	a _{s,2,-z}	3.35	cm ² /m
	Bewehrungsfläche	a _{s,2,+z}	3.35	cm ² /m

3.2 BETONDAUERHAFTIGKEITEN



Bed. Nr.	Beschreibung	Symbol	Wert	Einheit
1	XC1 (Flächen : 1) Zugewiesen an Stäbe Nr. Zugewiesen an Stabsätze Nr. Zugewiesen an Flächen Nr. Korrosion durch Karbonatisierung Typ der Anforderungsklasse Nutzungsdauer von 50 auf 100 Jahre erhöhen aktiviert Lage der Bewehrung nicht beeinflusst vom Bauablauf aktiviert Besondere Qualitätskontrolle der Herstellung aktiviert Luftporengehalt mehr als 4% aktiviert Vorhaltemaßtyp		1 XC1 - Trocken oder ständig nass Nach Norm <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nach Norm	

3.3 BEWEHRUNGSRICHTUNGEN

Richtung Nr.	Typ	Flächen	Dreh. der Bew.-Richtung um z bezogen auf x		
			φ ₁ [°]	φ ₂ [°]	Δφ ₂ [°]
1	Erste Bewehrungsrichtung in x	1			

4 Lastfälle und Kombinationen

4.1 LASTFÄLLE

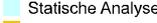
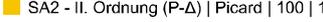
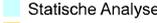
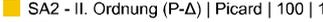
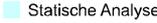
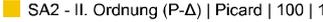
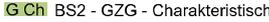
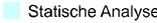
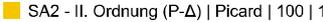
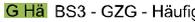
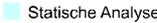
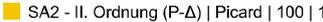
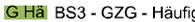
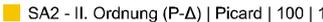
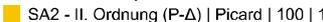
LF Nr.	Einstell.	Wert	Einheit	Zu ber.
1	<input checked="" type="checkbox"/> Eigengewicht Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Einwirkungskategorie Eigengewicht - Faktor in Richtung X Eigengewicht - Faktor in Richtung Y Eigengewicht - Faktor in Richtung Z	<input checked="" type="checkbox"/> Statische Analyse <input checked="" type="checkbox"/> SA1 - I. Ordnung Newton-Raphson <input checked="" type="checkbox"/> Ständig 0.000 0.000 1.000	-- -- --	<input checked="" type="checkbox"/>
3	<input checked="" type="checkbox"/> Nutzlast Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Einwirkungskategorie	<input checked="" type="checkbox"/> Statische Analyse <input checked="" type="checkbox"/> SA1 - I. Ordnung Newton-Raphson <input checked="" type="checkbox"/> Nutzlasten - Kategorie B: Büroräume		<input checked="" type="checkbox"/>

4.2 LASTKOMBINATIONEN

LK Nr.	Einstell.	Wert	Einheit	Zu ber.
1	<input checked="" type="checkbox"/> 1.35 * LF1 Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Bemessungssituation	<input checked="" type="checkbox"/> Statische Analyse <input checked="" type="checkbox"/> SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1 <input checked="" type="checkbox"/> BS1 - GZT (STR/GEO) - Ständig und vorübergehend - Gl. 6.10		<input checked="" type="checkbox"/>

4.2

LASTKOMBINATIONEN

LK Nr.	Einstell.	Wert	Einheit	Zu ber.
2	 1.35 * LF1 + 1.50 * LF3	 Statische Analyse  SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1  BS1 - GZT (STR/GEO) - Ständig und vorübergehend - Gl. 6.10		<input checked="" type="checkbox"/>
3	 LF1	 Statische Analyse  SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1  BS2 - GZG - Charakteristisch		<input checked="" type="checkbox"/>
4	 LF1 + LF3	 Statische Analyse  SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1  BS2 - GZG - Charakteristisch		<input checked="" type="checkbox"/>
5	 LF1	 Statische Analyse  SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1  BS3 - GZG - Häufig		<input checked="" type="checkbox"/>
6	 LF1 + 0.50 * LF3	 Statische Analyse  SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1  BS3 - GZG - Häufig		<input checked="" type="checkbox"/>
7	 LF1	 Statische Analyse  SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1  BS4 - GZG - Quasi-ständig		<input checked="" type="checkbox"/>
8	 LF1 + 0.30 * LF3	 Statische Analyse  SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1  BS4 - GZG - Quasi-ständig		<input checked="" type="checkbox"/>

5 Lasten

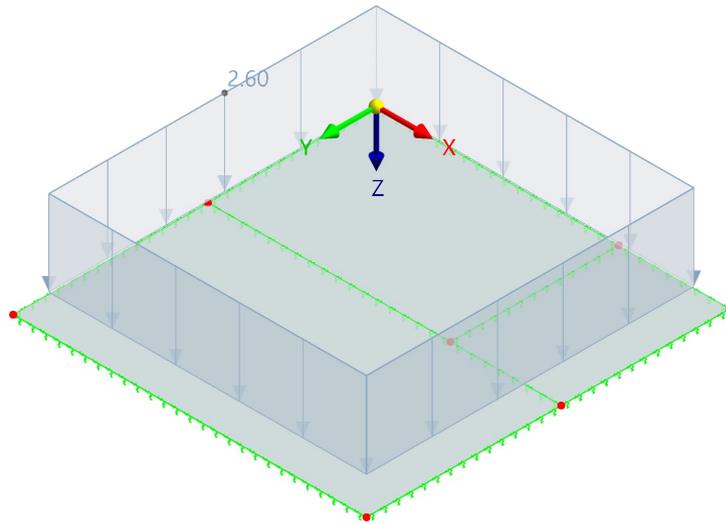
5.1.1 LF1: EIGENGEWICHT

LF1 - Eigengewicht
 Lasten [kN/m²]

In axonometrischer Richtung

Farben der gerenderten Objekte

- Knoten | Anzeigeeigenschaften
- Linie | Anzeigeeigenschaften
- Fläche | Dicke
- 1 - Konstant | d : 200.0 mm | 1 - C25/30



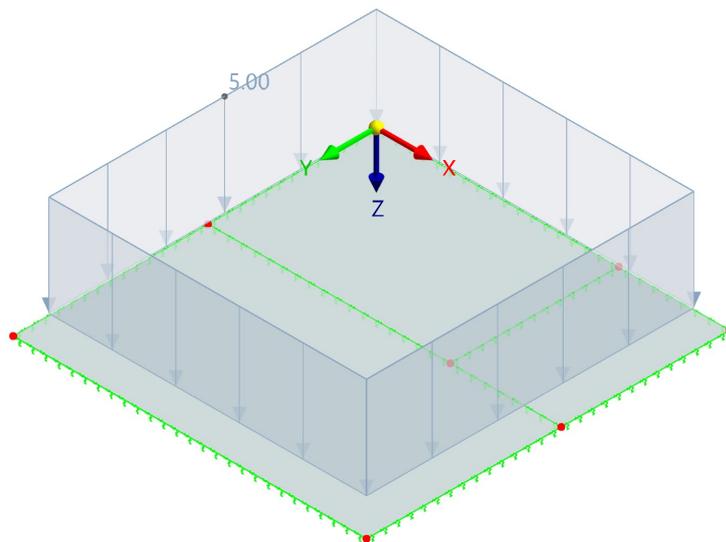
5.2.1 LF3: NUTZLAST

LF3 - Nutzlast
 Lasten [kN/m²]

In axonometrischer Richtung

Farben der gerenderten Objekte

- Knoten | Anzeigeeigenschaften
- Linie | Anzeigeeigenschaften
- Fläche | Dicke
- 1 - Konstant | d : 200.0 mm | 1 - C25/30



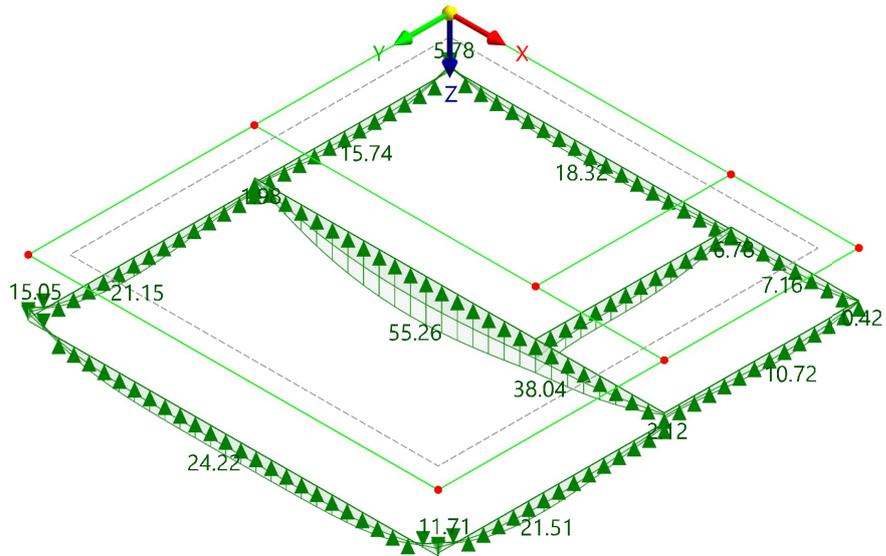
6 Statikanalyse-Ergebnisse

6.1 BS1: LINIENLAGER P_z, GZT

Statische Analyse

BS1 - GZT (STR/GEO) - Ständig und vorübergehend - Gl. 6.10
Statische Analyse
Lokale Reaktionskräfte p_z [kN/m]

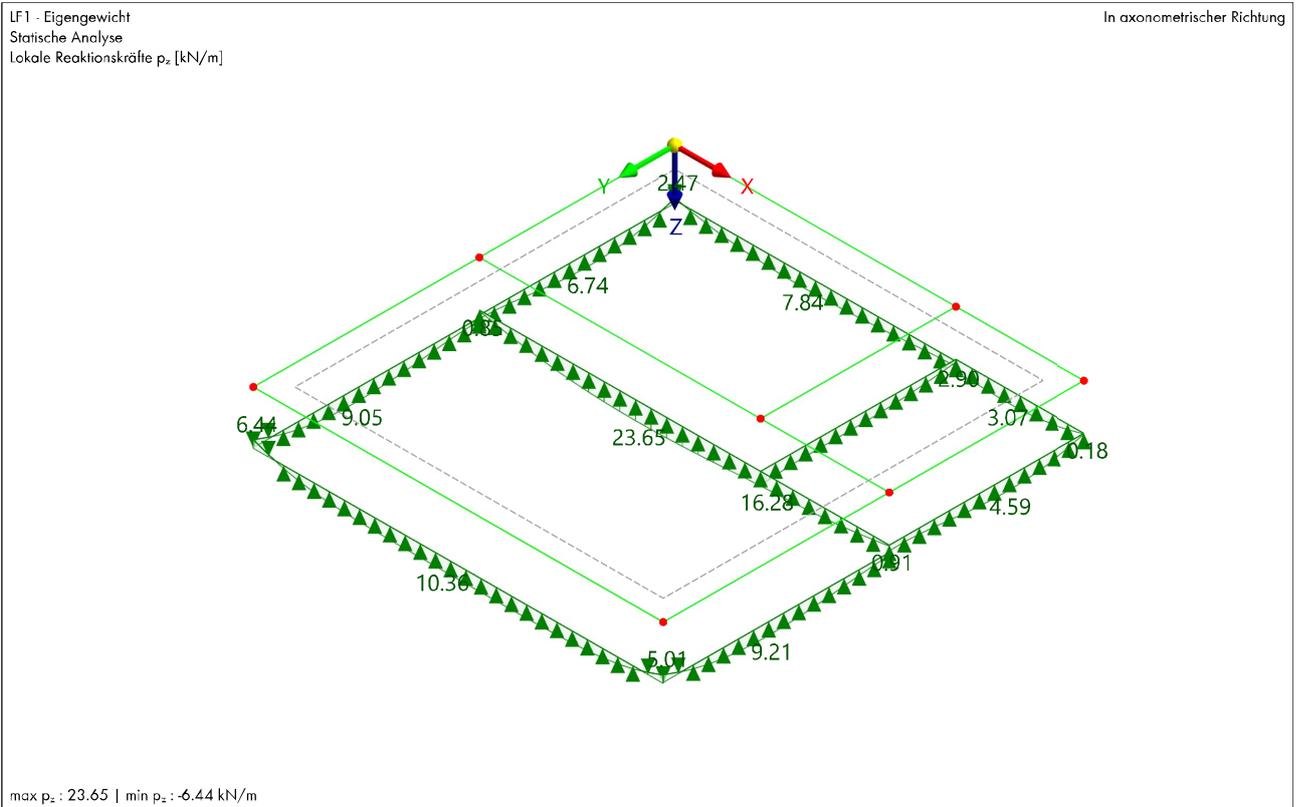
In axonometrischer Richtung



max p_z : 55.26 | min p_z : -15.05 kN/m

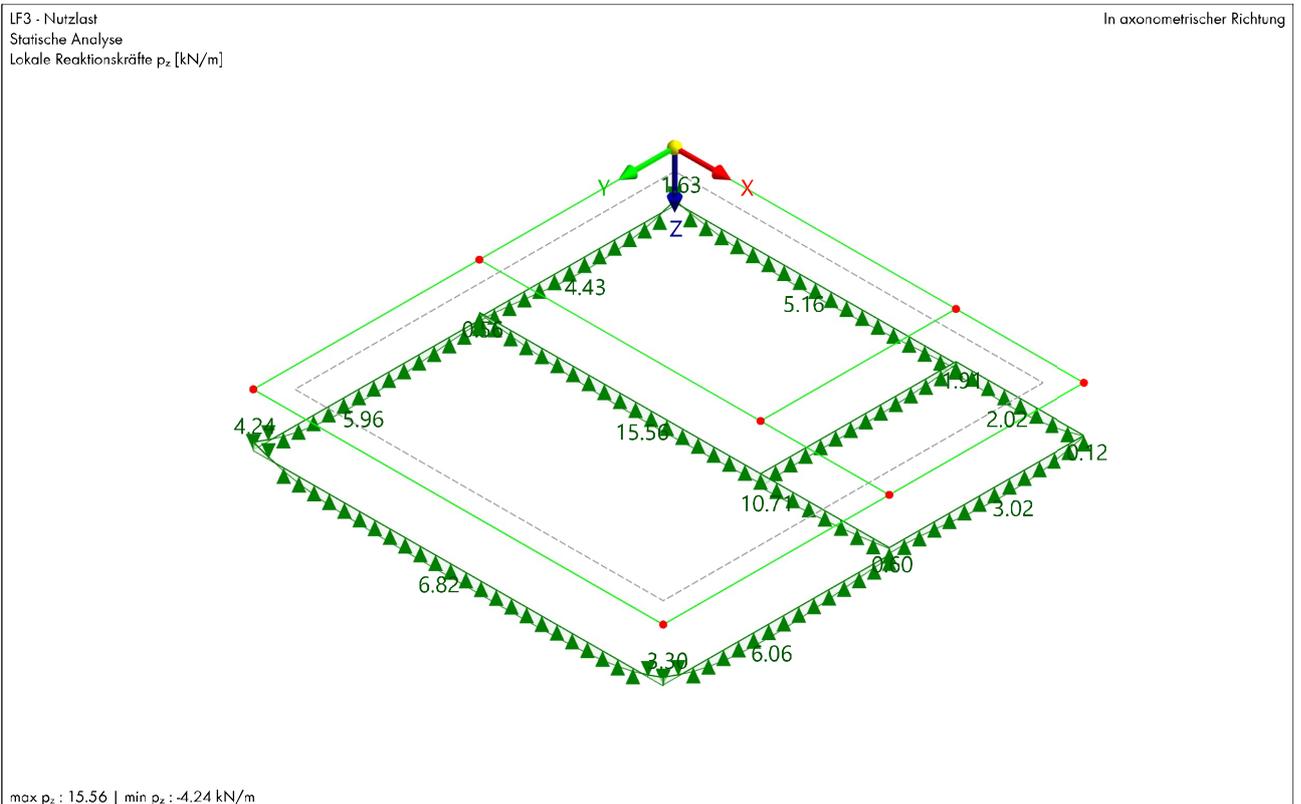
6.2 LF1: LINIENLAGER P_z, EIGENGEWICHT

Statische Analyse



6.3 LF3: LINIENLAGER P_z, IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG

Statische Analyse



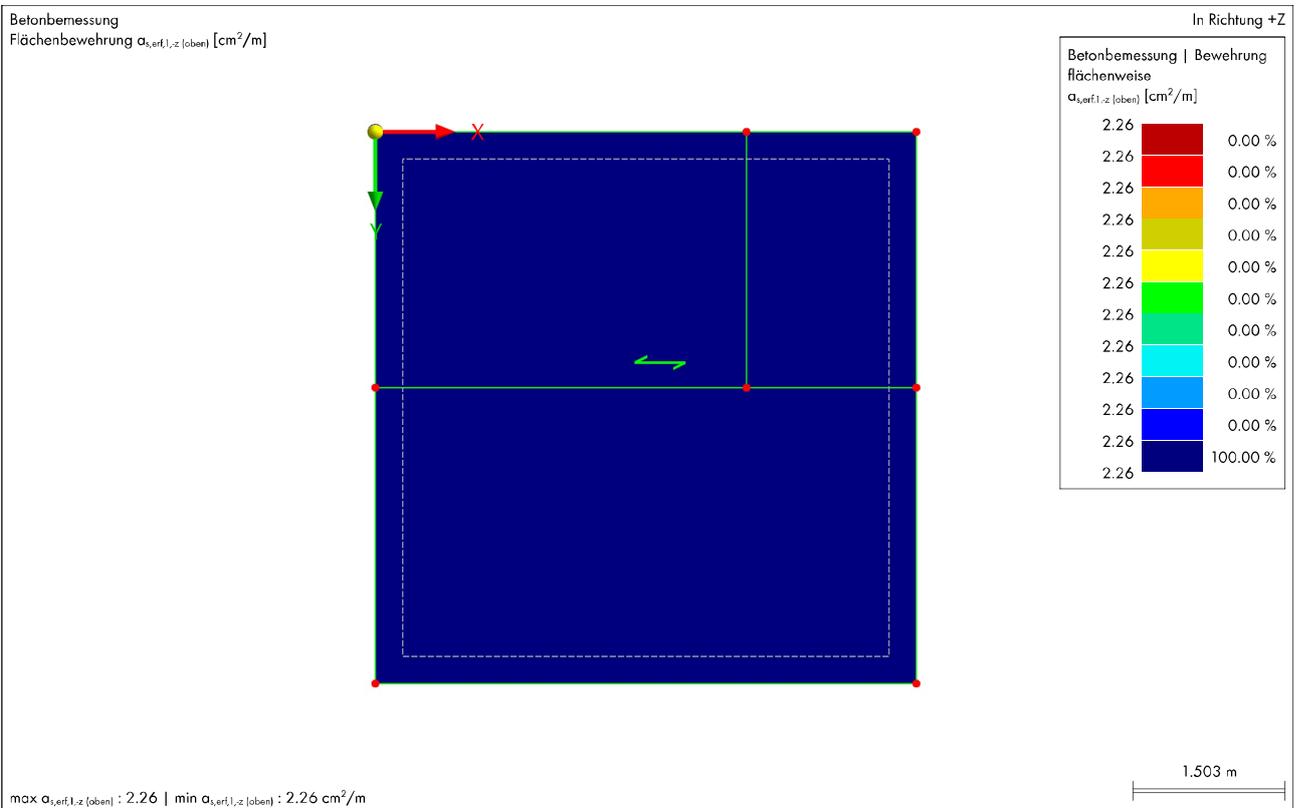
7 Betonbemessung

7.1 BEMESSUNGSSITUATIONEN

BS Nr.	EN 1990 DIN 2012-08 Bemessungssituationstyp	Zu Bemess.	Aktiv	EN 1992 DIN 2015-12 Bemessungssituationstyp	Zu bemessende Kombinationen für Aufzählungsmethode
1	GzI GZT (STR/GEO) - Ständig und vorübergehend - Gl. 6.10	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	GzI GZT (STR/GEO) - Ständig und vorübergehend	Alle
2	GCh GZG - Charakteristisch	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	G Cd GZG - Charakteristisch mit Direktlast	Alle
3	G Hä GZG - Häufig	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	G Hä GZG - Häufig	Alle
4	G Qs GZG - Quasi-ständig	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	G Qs GZG - Quasi-ständig	Alle

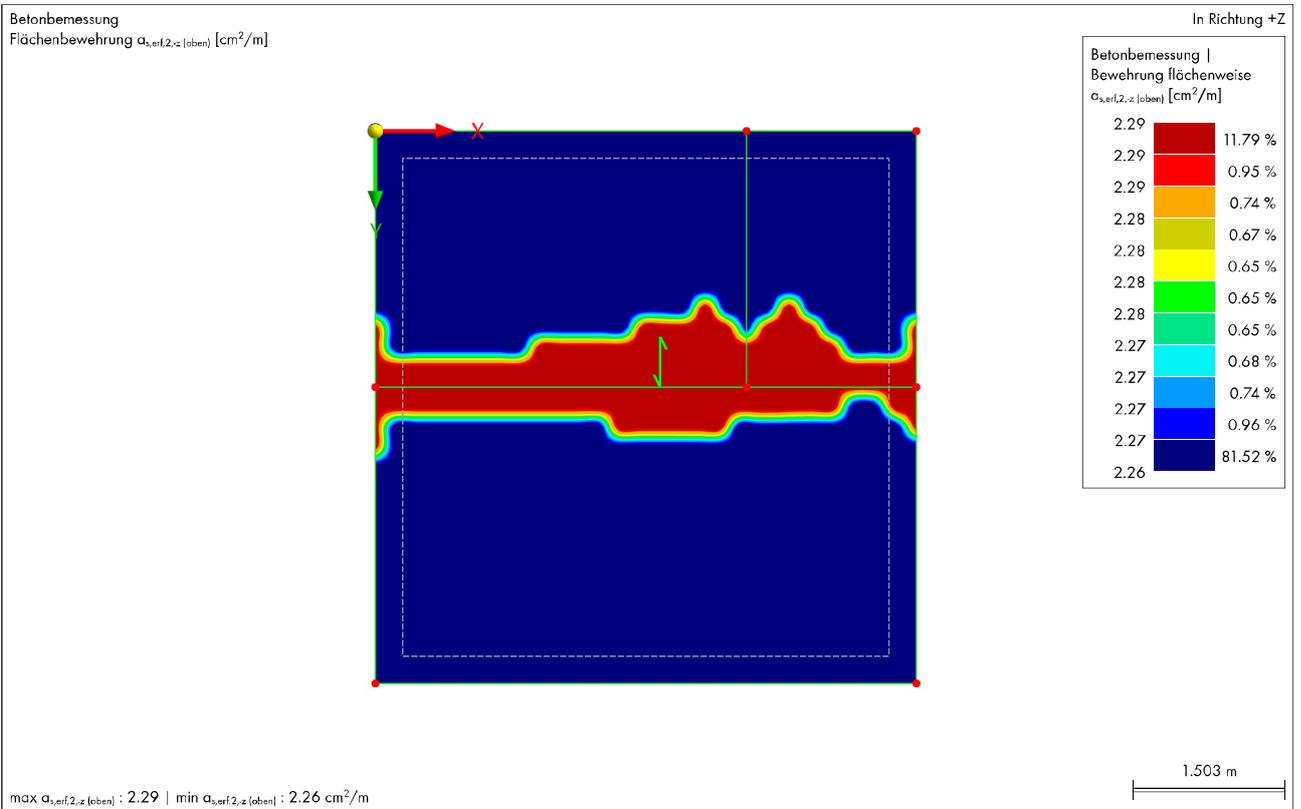
7.2.1 ERFORDERLICHE OBERE BEWEHRUNGSLAGE: $\alpha_{s,erf,1,-z}$ (oben), X-RICHTUNG

Betonbemessung



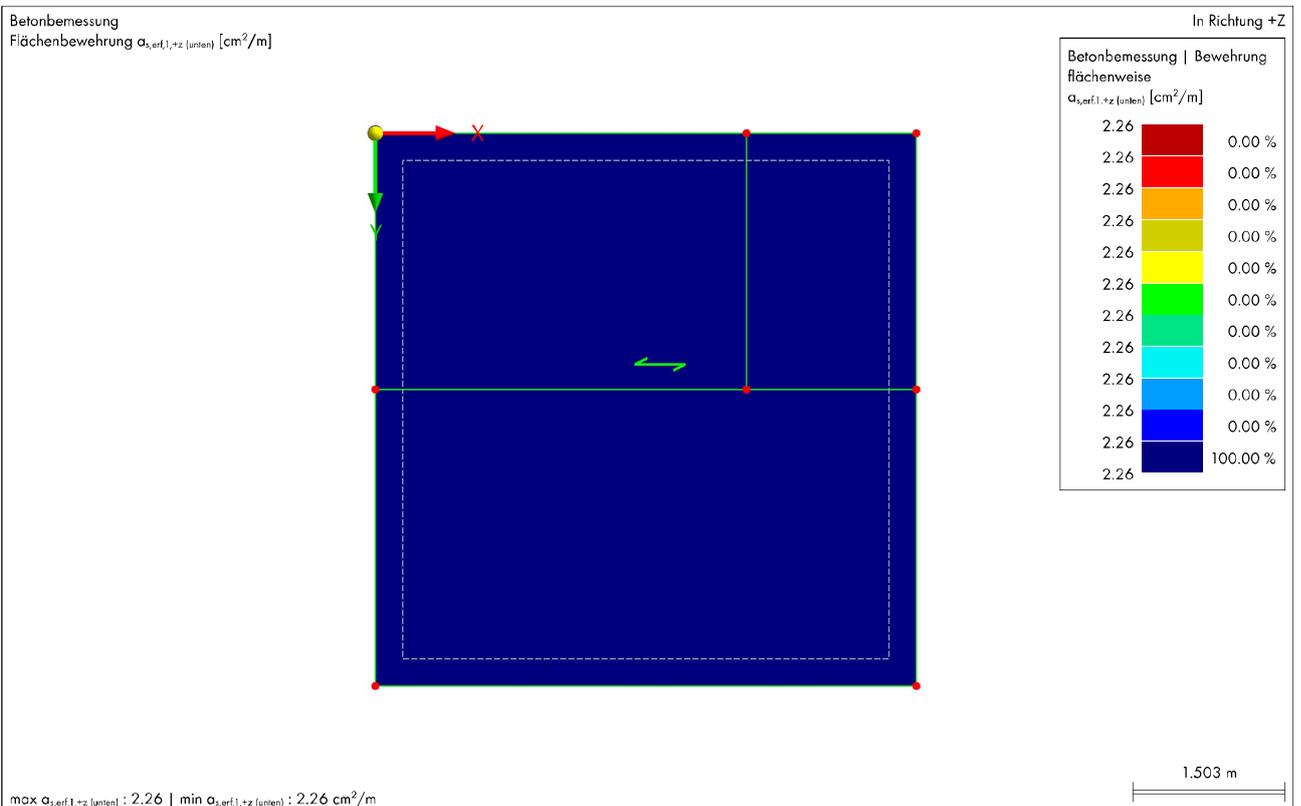
7.2.2 ERFORDERLICHE OBERE BEWEHRUNGSLAGE: $\alpha_{s,erf,2,-z}$ (oben), Y-RICHTUNG

Betonbemessung



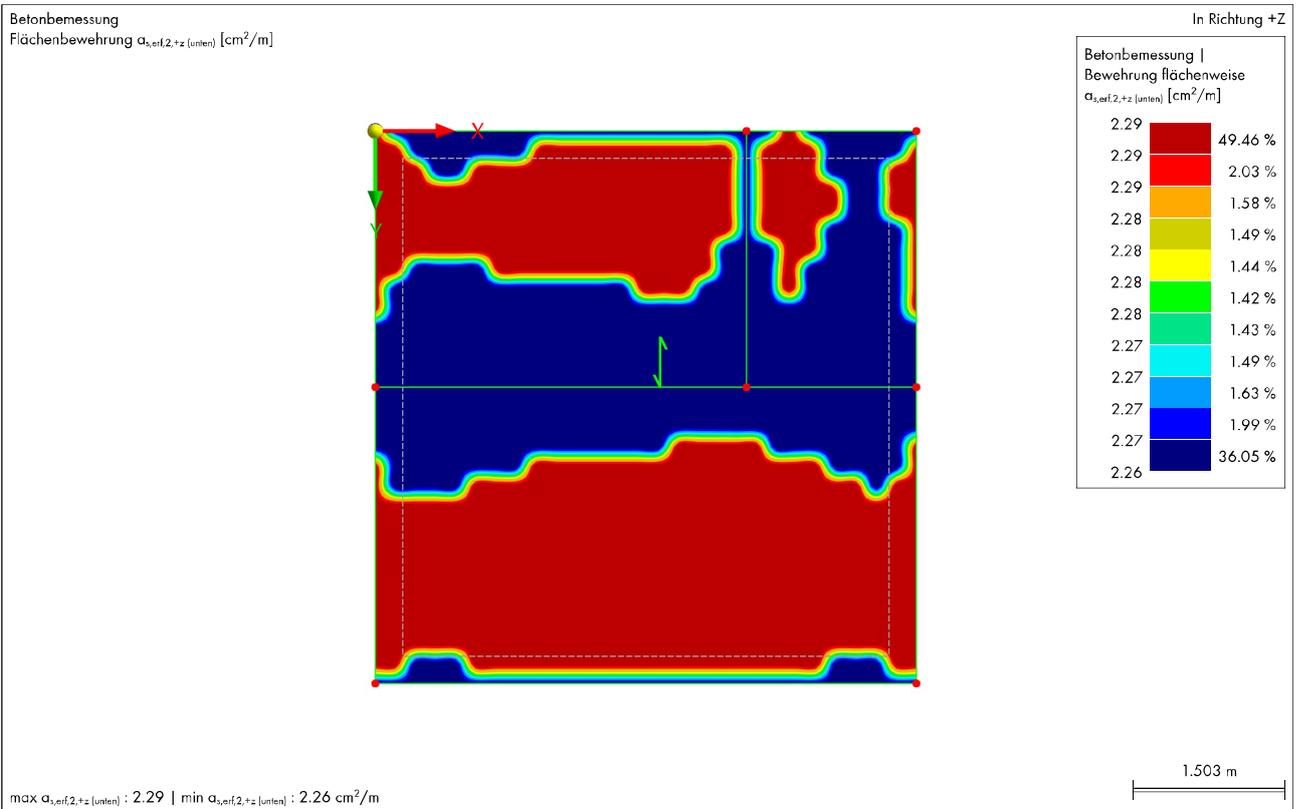
7.2.3 ERFORDERLICHE UNTERE BEWEHRUNGSLAGE: $\alpha_{s,erf,1,+z}$ (unten), X-RICHTUNG

Betonbemessung



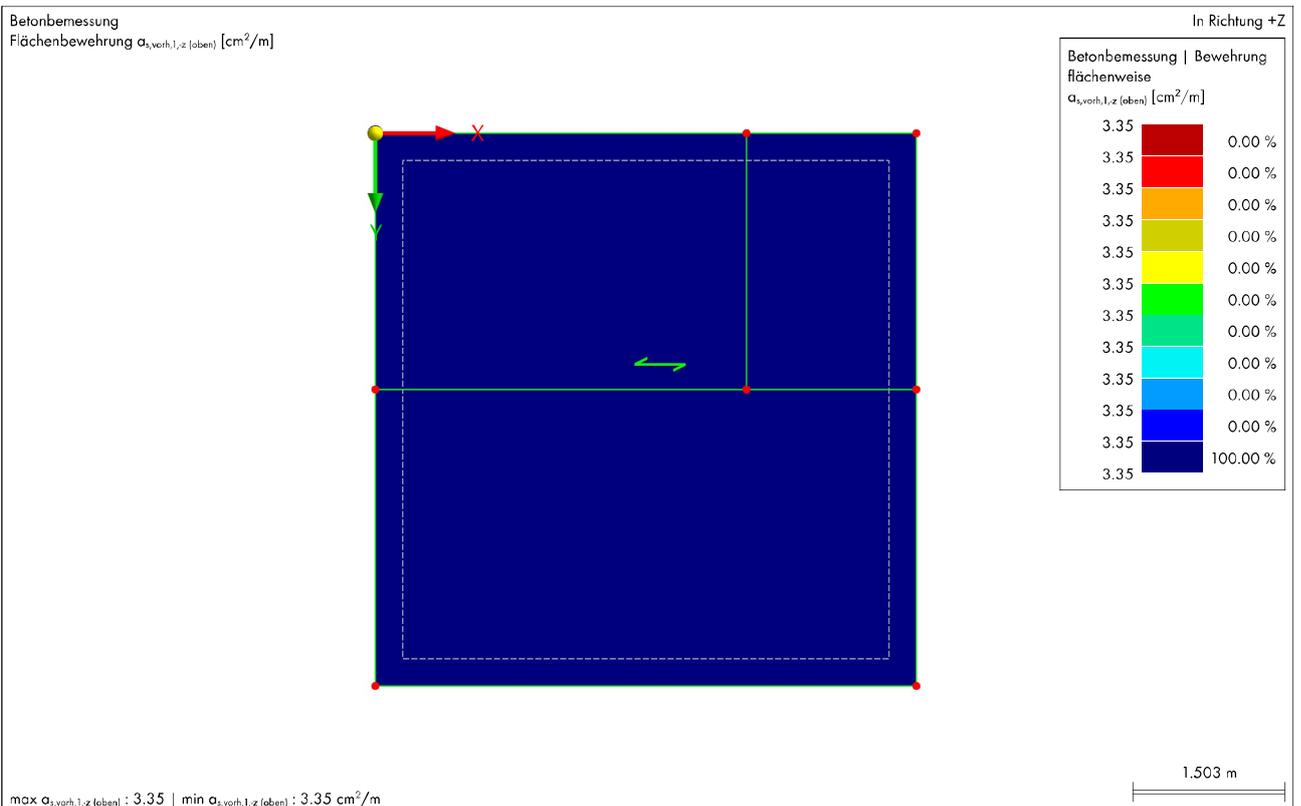
7.2.4 ERFORDERLICHE UNTERE BEWEHRUNGSLAGE: $\alpha_{s,erf,2,+z}$ (unten), Y-RICHTUNG

Betonbemessung



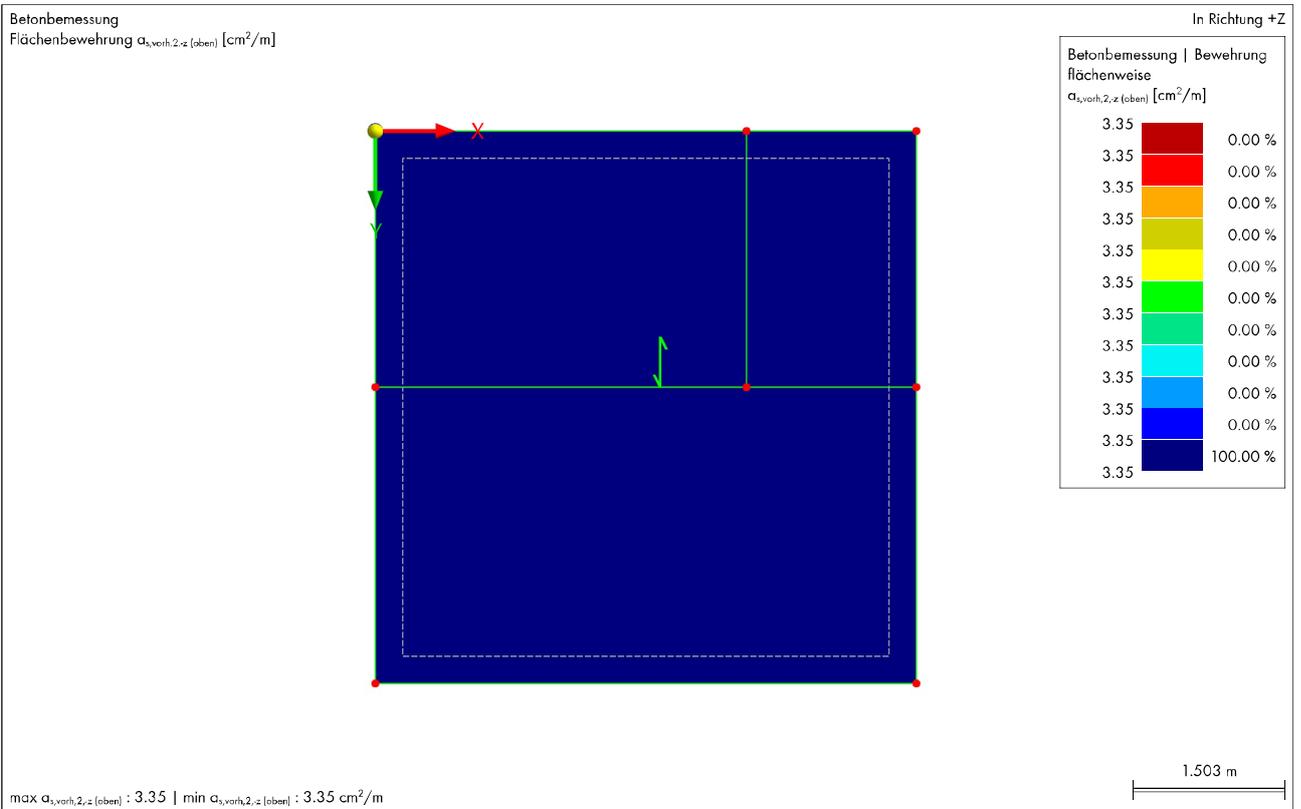
7.2.5 VORHANDENE OBERE BEWEHRUNGSLAGE: $\alpha_{s,vorh,1,z}$ (oben), X-RICHTUNG

Betonbemessung



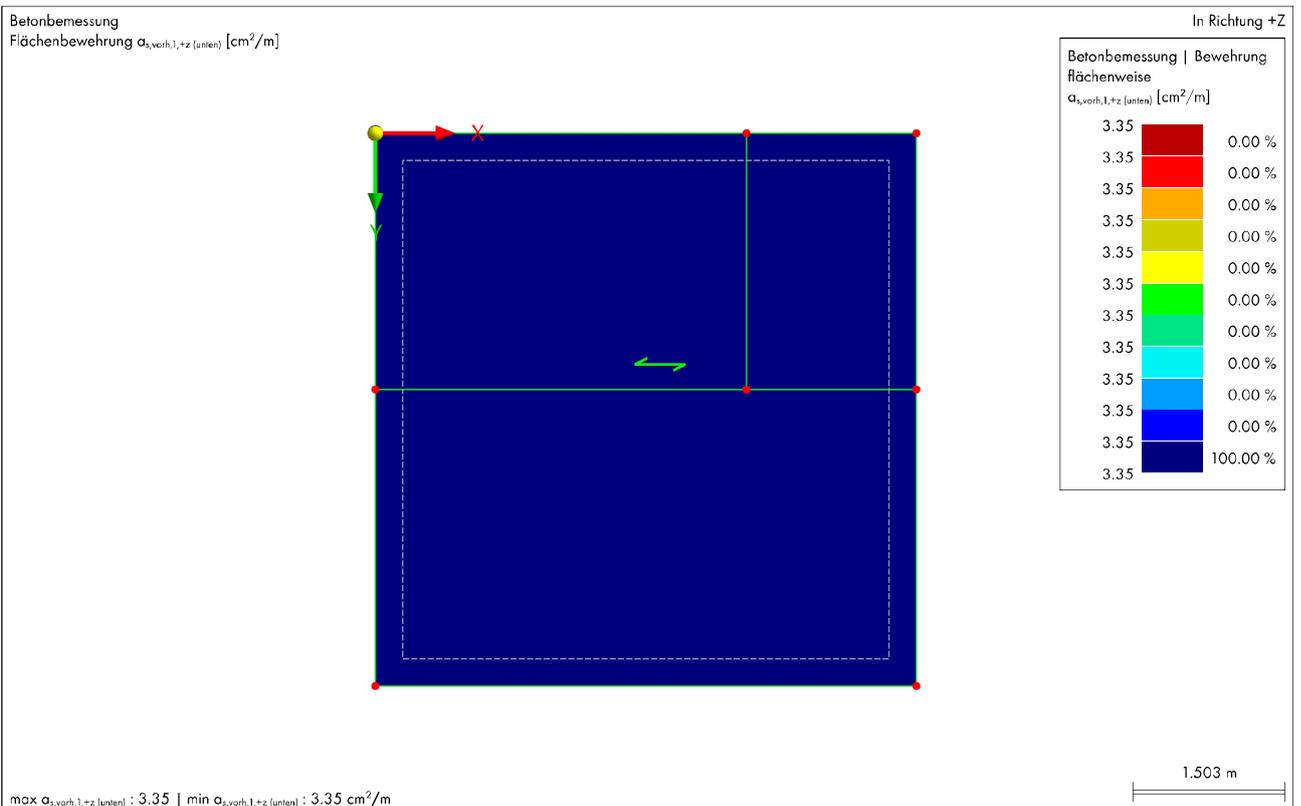
7.2.6 VORHANDENE OBERE BEWEHRUNGLAGE: $\alpha_{s,vorh,2,-z}$ (oben), Y-RICHTUNG

Betonbemessung



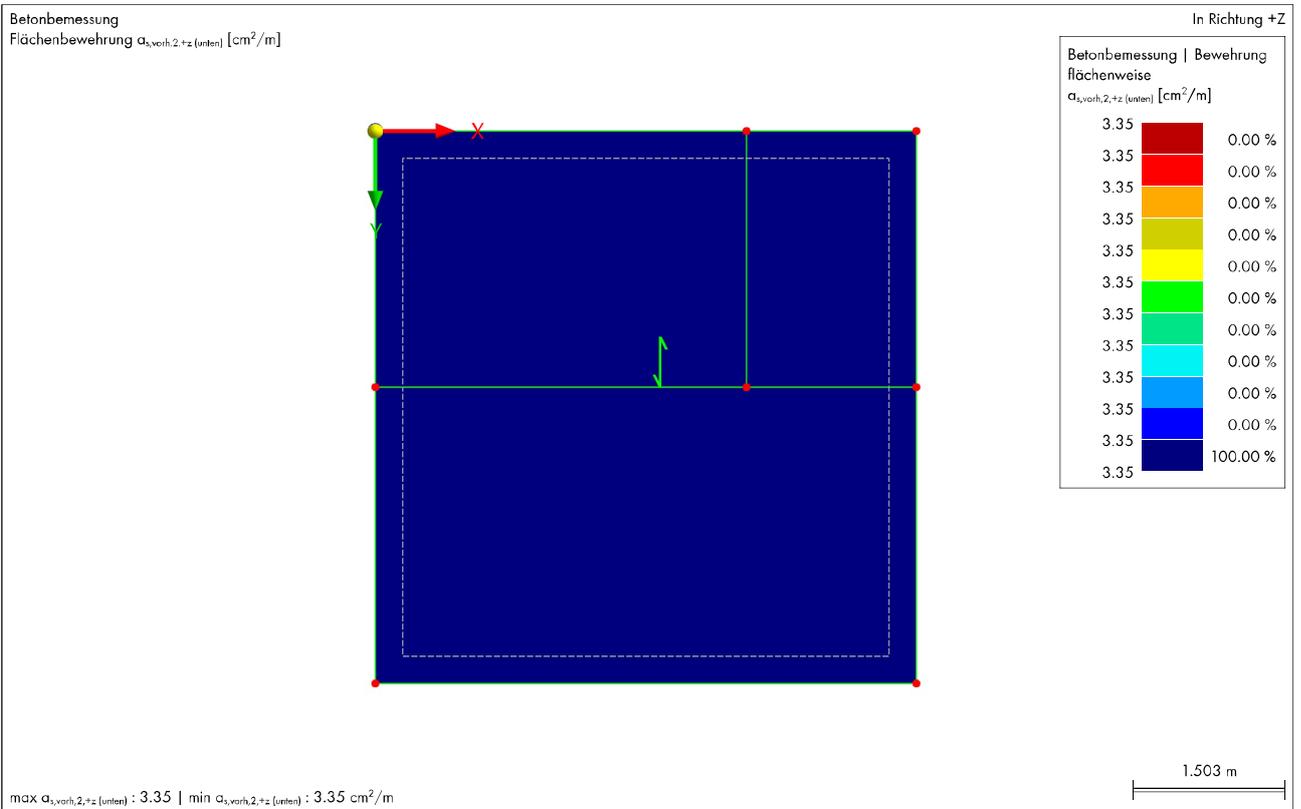
7.2.7 VORHANDENE UNTERE BEWEHRUNGLAGE: $\alpha_{s,vorh,1,+z}$ (unten), X-RICHTUNG

Betonbemessung



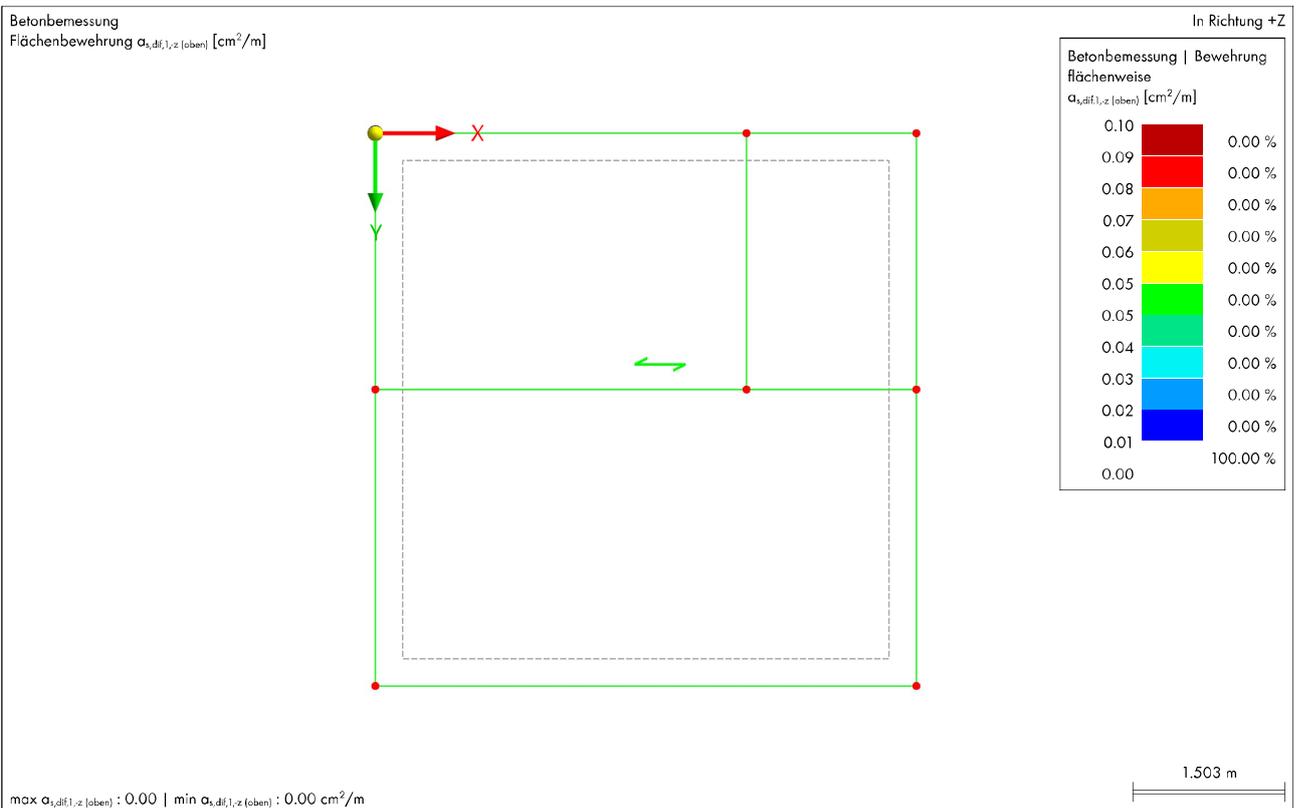
7.2.8 **VORHANDENE UNTERE BEWEHRUNGSLAGE: $\alpha_{s,vorh,2,+z}$ (unten), Y-RICHTUNG**

Betonbemessung



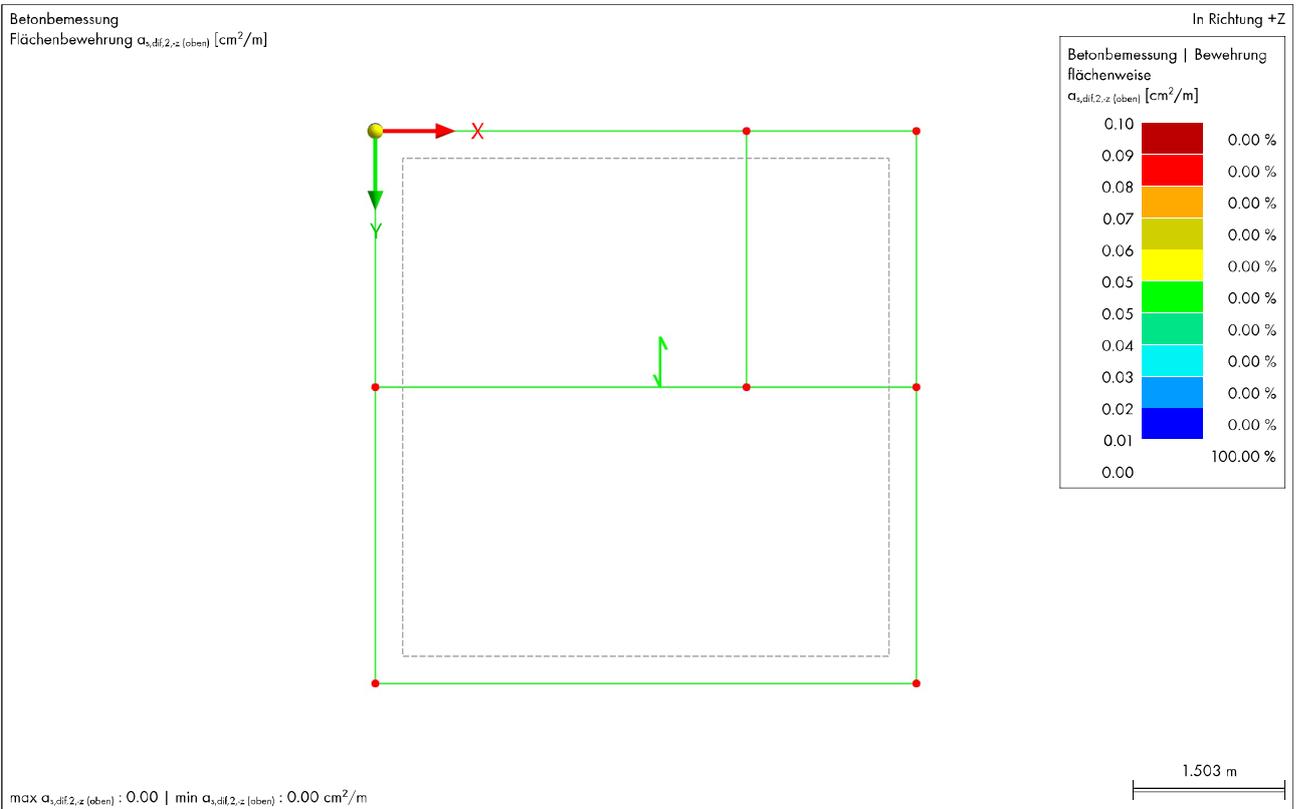
7.2.9 **NICHT ABGEDECKTE OBERE BEWEHRUNGSLAGE: $\alpha_{s,dif,1,-z}$ (oben), X-RICHTUNG**

Betonbemessung



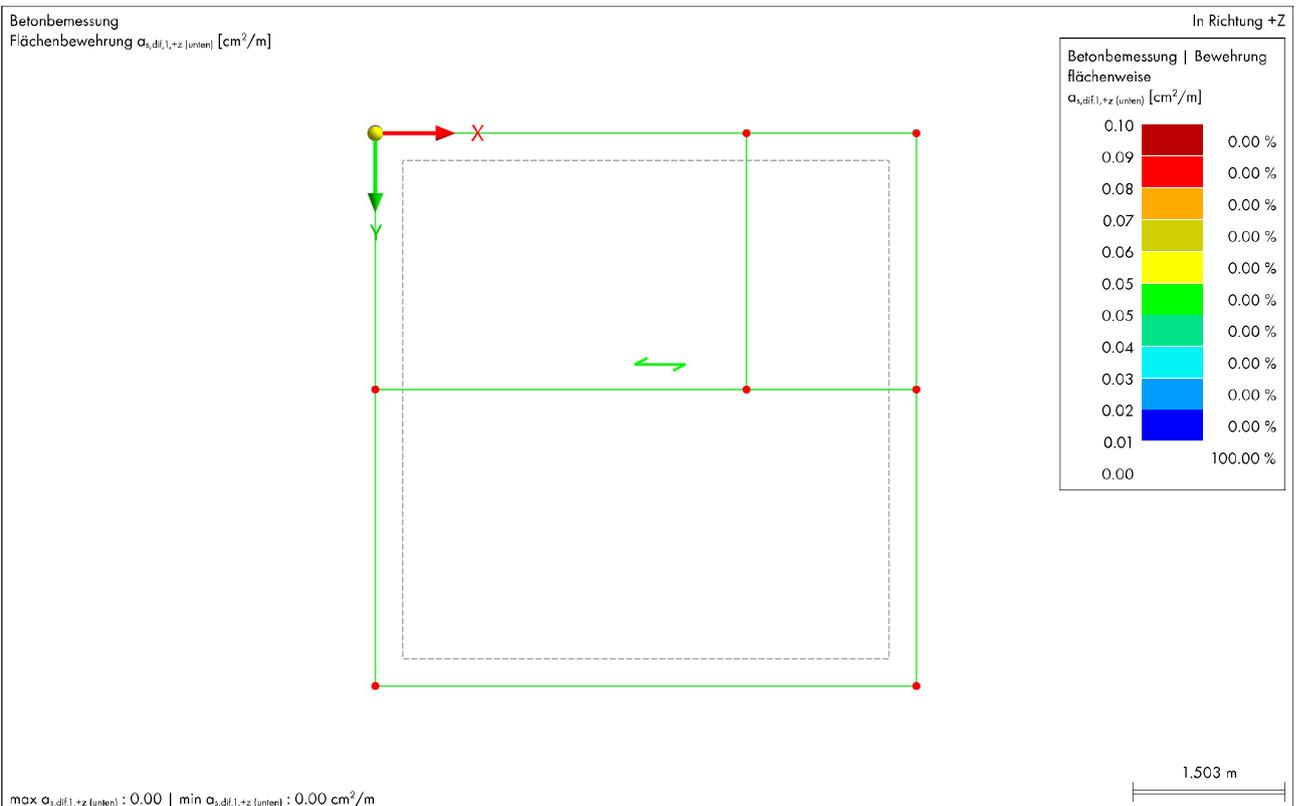
7.2.10 NICHT ABGEDECKTE OBERE BEWEHRUNGSLAGE: $\alpha_{s,dif,2,-z}$ (oben), Y-RICHTUNG

Betonbemessung



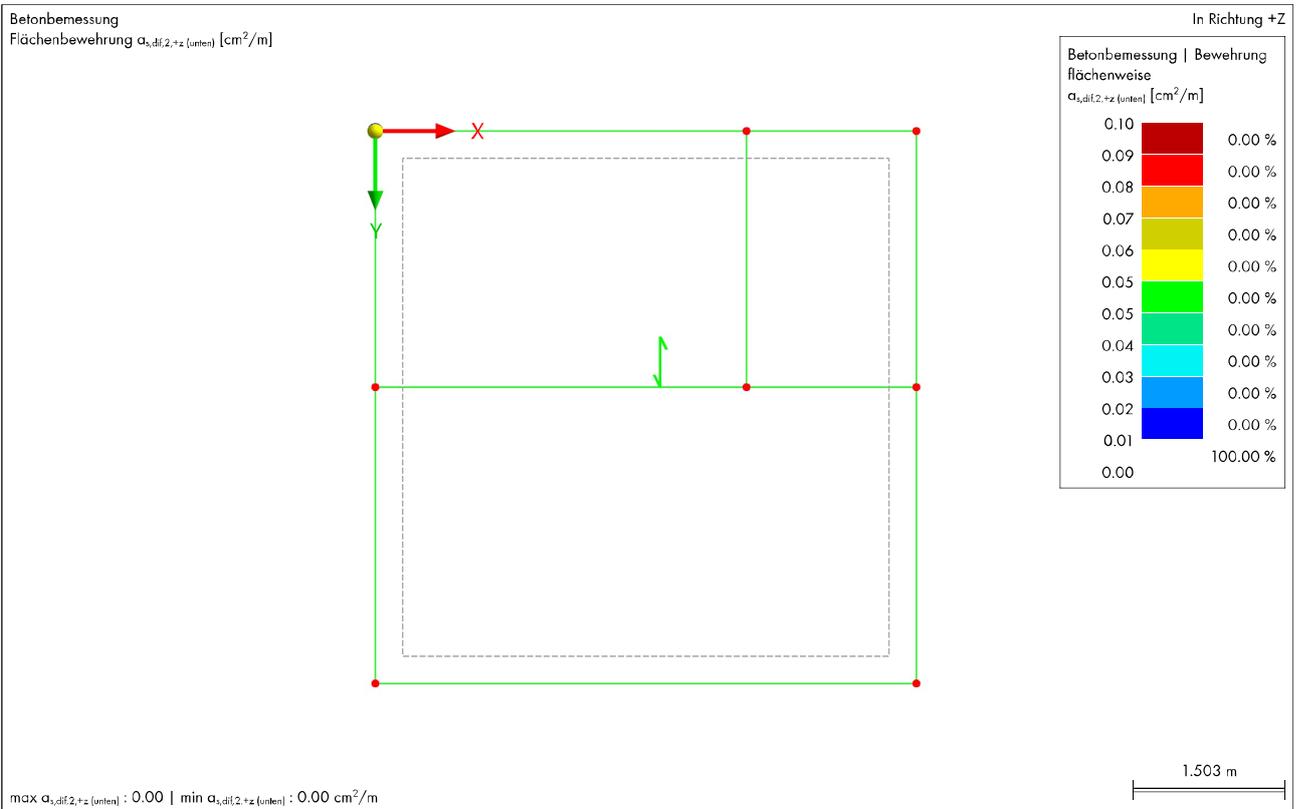
7.2.11 NICHT ABGEDECKTE UNTERE BEWEHRUNGSLAGE: $\alpha_{s,dif,1,+z}$ (unten), X-RICHTUNG

Betonbemessung



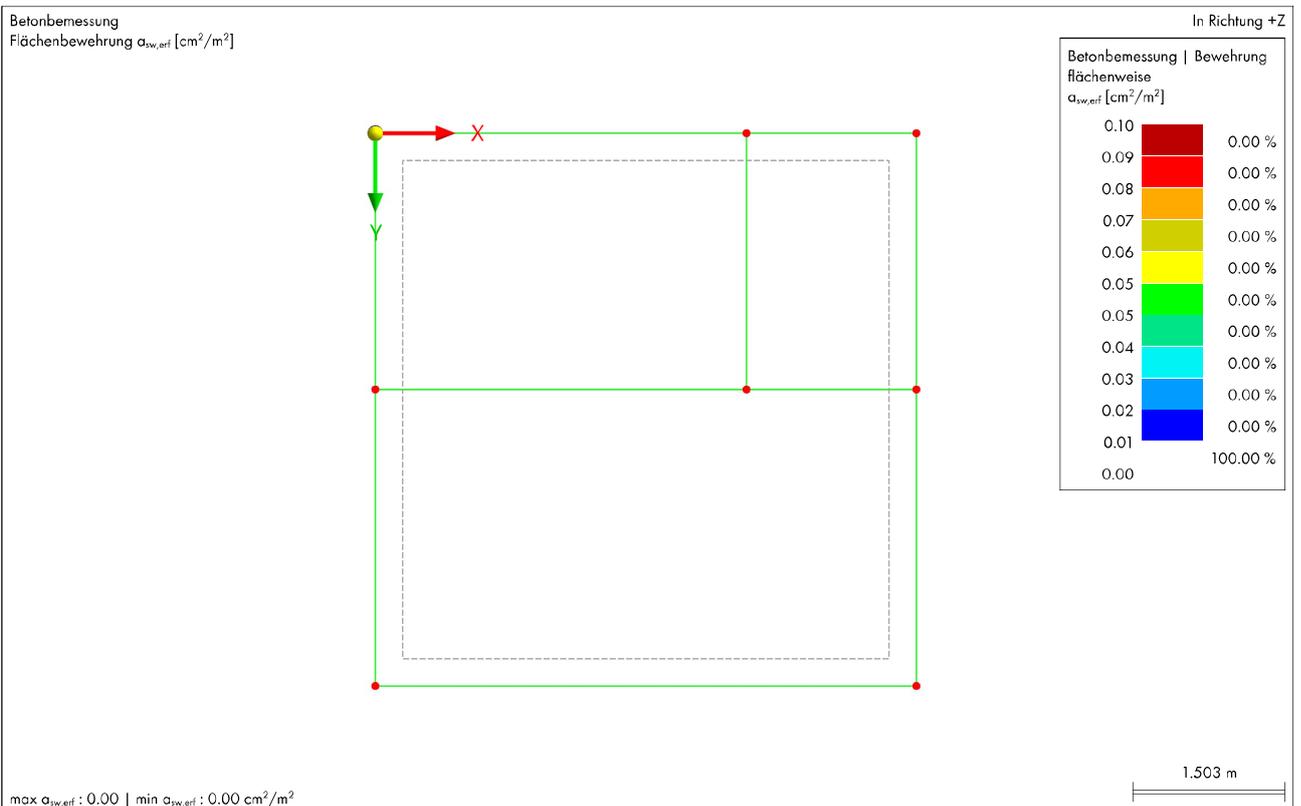
7.2.12 NICHT ABGEDECKTE UNTERE BEWEHRUNGSLAGE: $\alpha_{s,dif,2,+z}$ (unten), Y-RICHTUNG

Betonbemessung



7.2.13 ERFORDERLICHE QUERBEWEHRUNG: $\alpha_{sw,erf}$

Betonbemessung

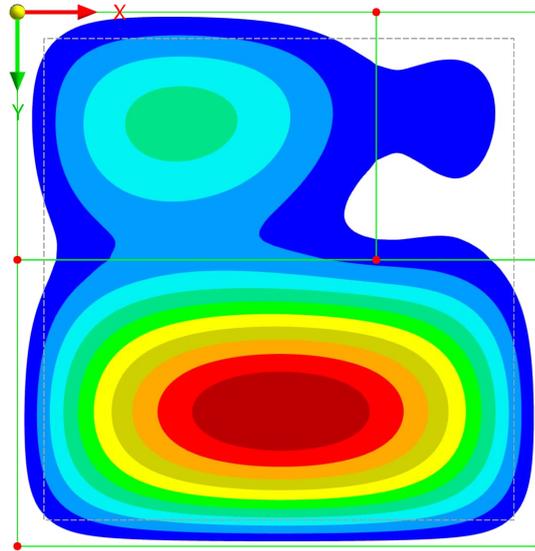


7.2.14 **GLOBALE VERFORMUNGEN |u|, GZG, ZUSTAND II**

Betonbemessung

Betonbemessung
 Flächennachweis SE0400 | |u| / u_{lim} |

In Richtung +Z



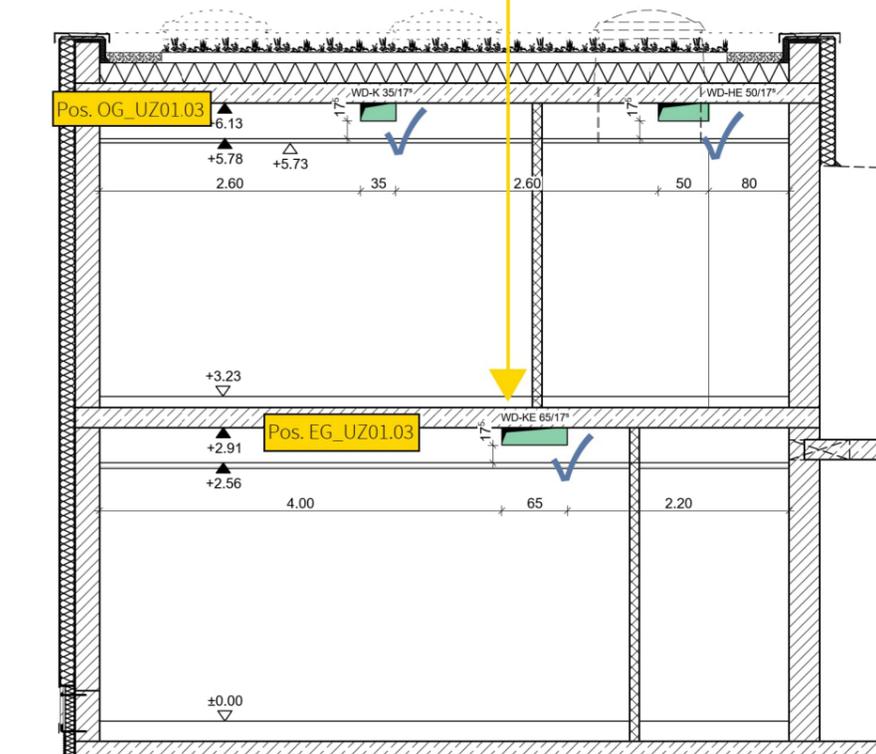
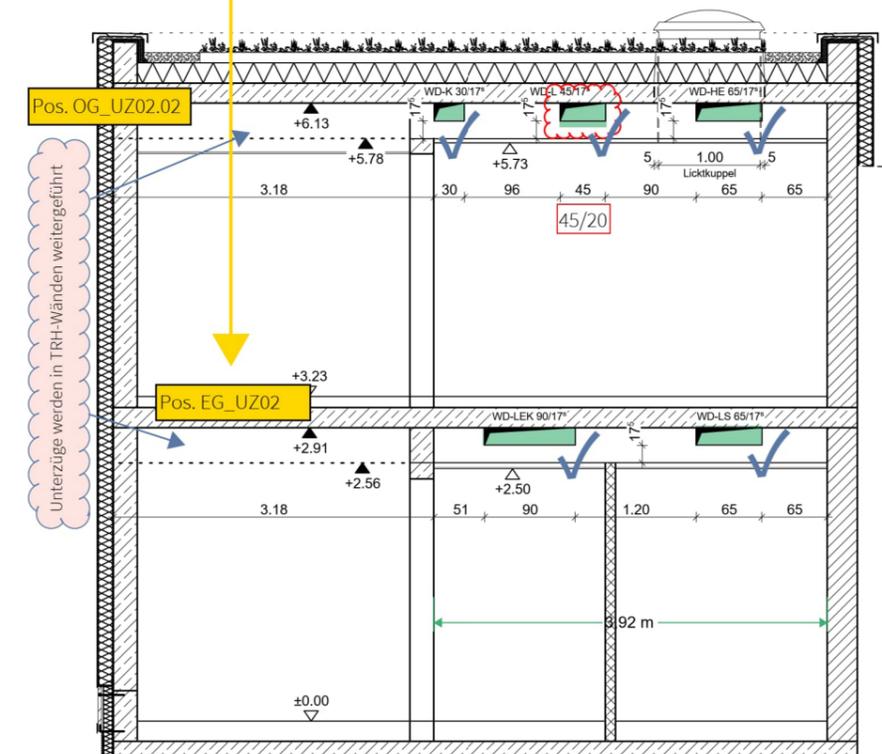
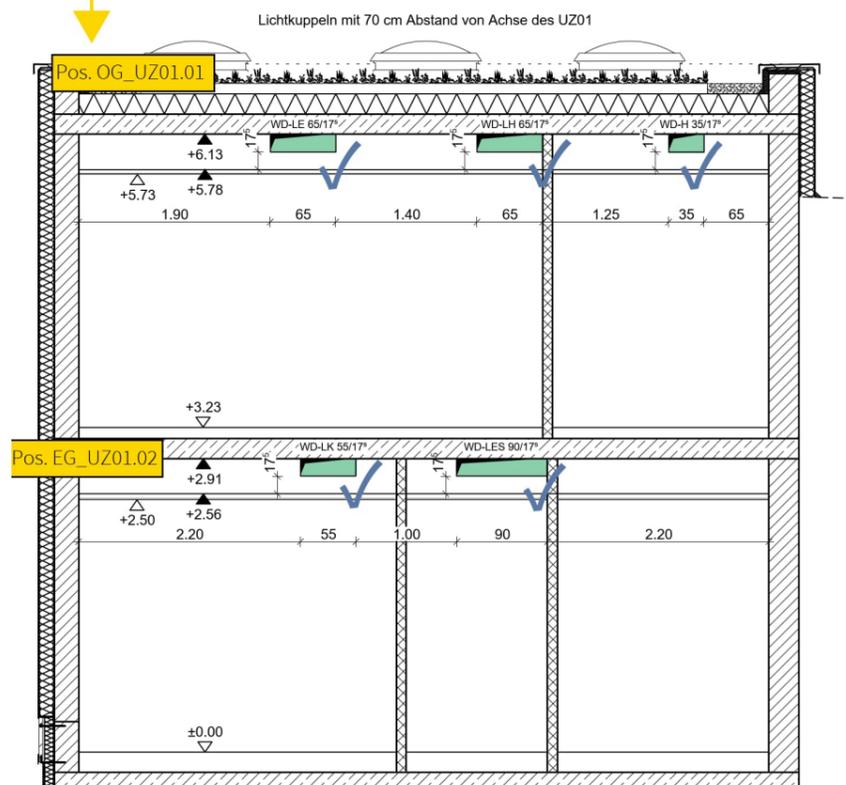
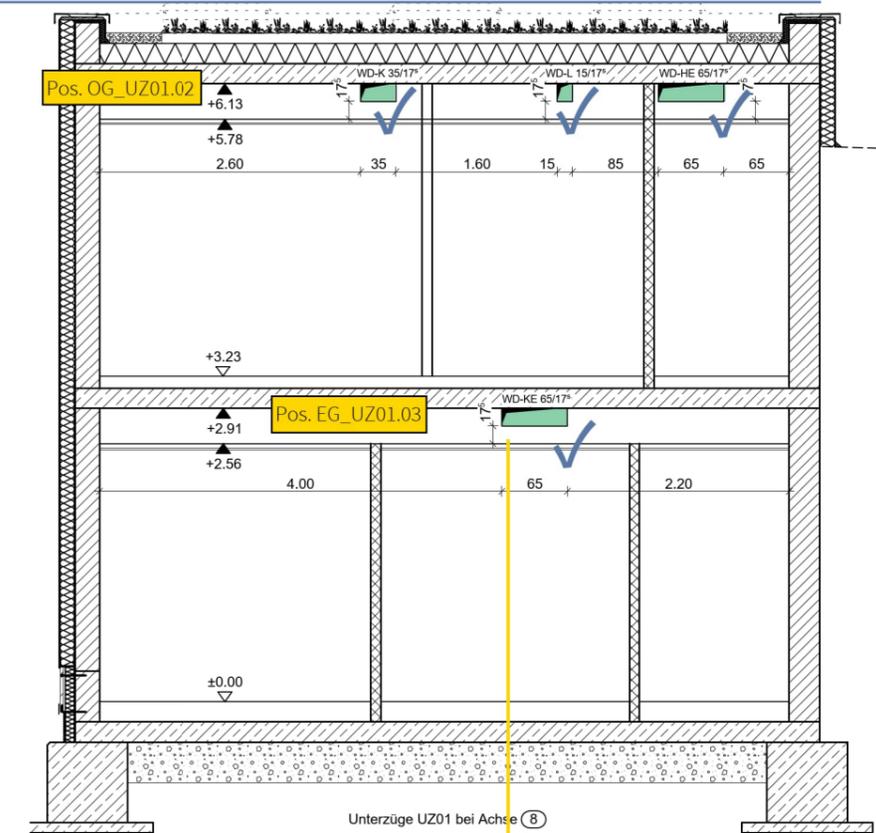
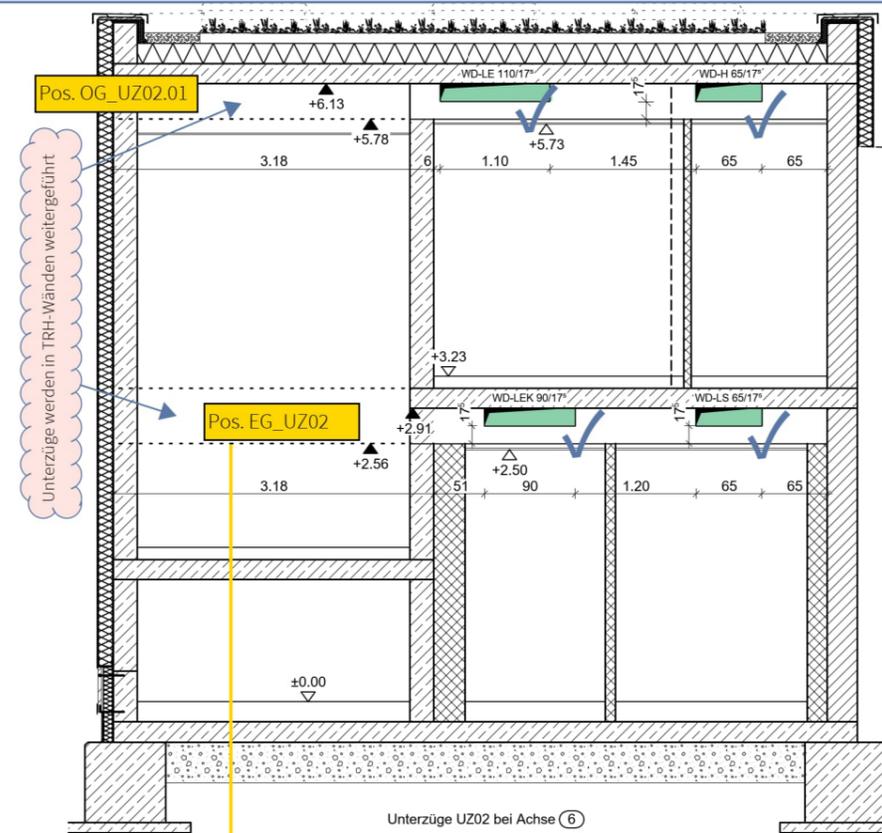
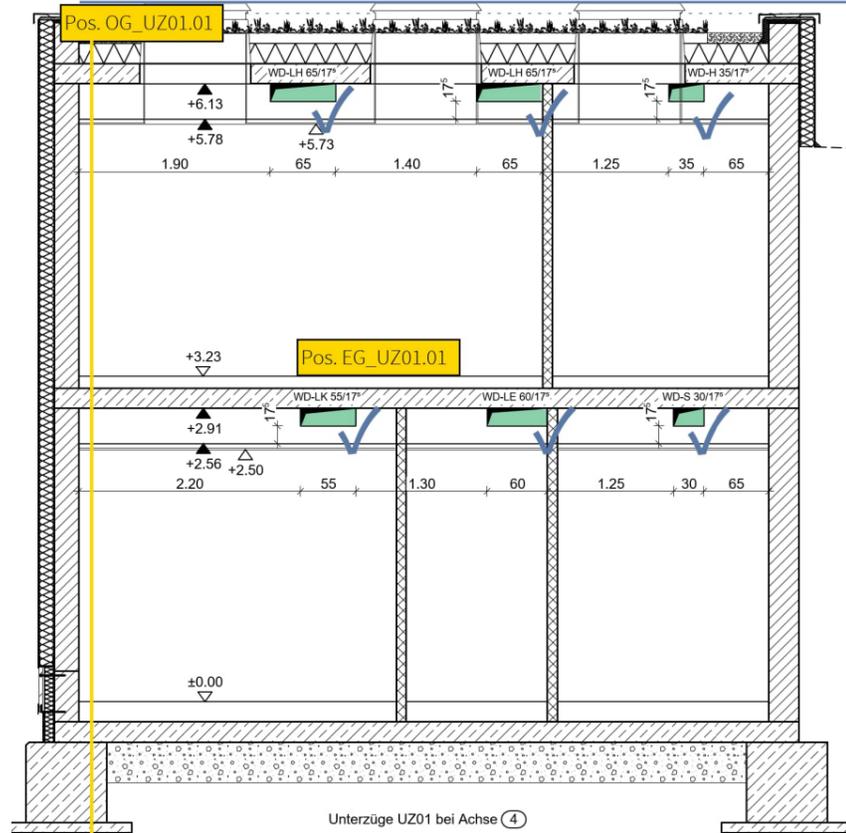
Betonbemessung |
 Nachweise nach Flächen

0.112	4.01 %
0.102	4.04 %
0.092	4.13 %
0.081	4.28 %
0.071	4.48 %
0.061	4.76 %
0.051	7.56 %
0.041	12.07 %
0.031	16.05 %
0.020	19.90 %
0.010	18.72 %
0.000	

max SE0400 | |u| / u_{lim} | : 0.112 | min SE0400 | |u| / u_{lim} | : 0.000

1.554 m

3.2. Unterzüge



Die Pos. OG_UZ01 bezeichnet die Hauptunterzüge der Decke über OG mit einer lichten Weite von 6,85 m. Der Nachweis der Unterzüge erfolgt grundsätzlich als Rippen im Deckenmodell Pos. OG_DE01 unter Berücksichtigung der Steifigkeiten. Rissweiten und Verformungen werden dabei anhand der eingelegten Bewehrung nichtlinear im Zustand II berechnet. Die nachfolgende Bemessung in Frilo erfolgt unter Berücksichtigung der Durchbrüche in den Unterzügen. Die darin angegebene Bewehrung inkl. Zulagen ist zu berücksichtigen.

Auszug Architekturplan



Geometrie/Material

Stahlbeton	C25/30 XC1, WO
Betonstahl	B500
Abmessungen Decke	$h = 20 \text{ cm}$
Abmessungen UZ	$b = 30 \text{ cm} / h = 55 \text{ cm}$ (inkl. Decke)
Spannweite	$l = 6,85 \text{ m}$
Betondeckung	$c_{\text{nom}} = 2,0 \text{ cm}$ (unten+seitlich), $c_{\text{nom}} = 3,5 \text{ cm}$ (oben)
Bewehrung	siehe Frilo-Ausdruckprotokolle der jeweiligen Positionen

Bemessung

Der Nachweis der Unterzüge erfolgt mit der Bemessung der zugehörigen Decke. Alle GZT und GZG Nachweise sind im Dlubal-Ausdruckprotokoll Pos. OG_DE01 zu finden. Für die Bewehrungsführung sind die Angaben der Frilo-Bemessung unter Berücksichtigung der Durchbrüche maßgebend.

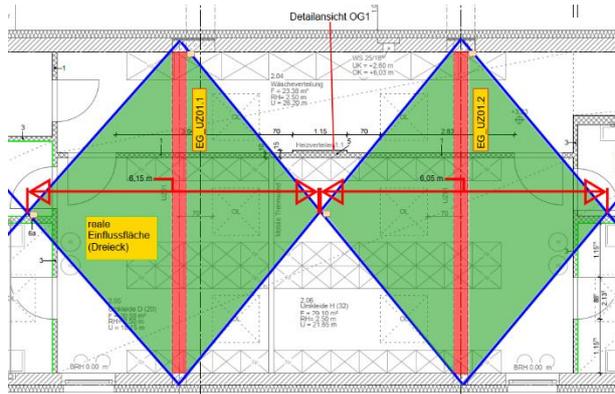
Lastannahmen für Frilo-Bemessung

Die Lastannahmen ergeben sich aus der Rückrechnung der Schnittgrößen in RFEM. Vereinfachend werden diese unter Berücksichtigung von Einflusslängen überprüft. Aufgrund der zweiachsigen Spannrichtung der

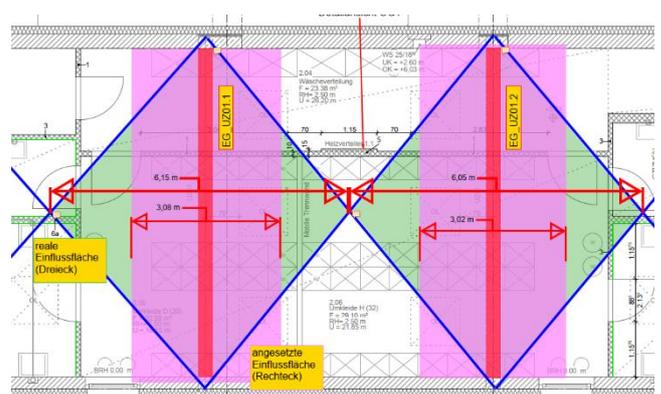
Decke ist die Lastezugsfläche der Unterzüge auf beiden Seiten ein Dreieck. Die Einflussfläche wird analog der nachfolgenden Grafiken in eine Rechteckfläche umgerechnet indem die Einflussbreite um 50% reduziert und auf volle Unterzuglänge angesetzt wird.

Beispiel Ermittlung Einflussflächen:

Reale Einflussfläche (grün)



Angesetzte Einflussfläche (rosa)

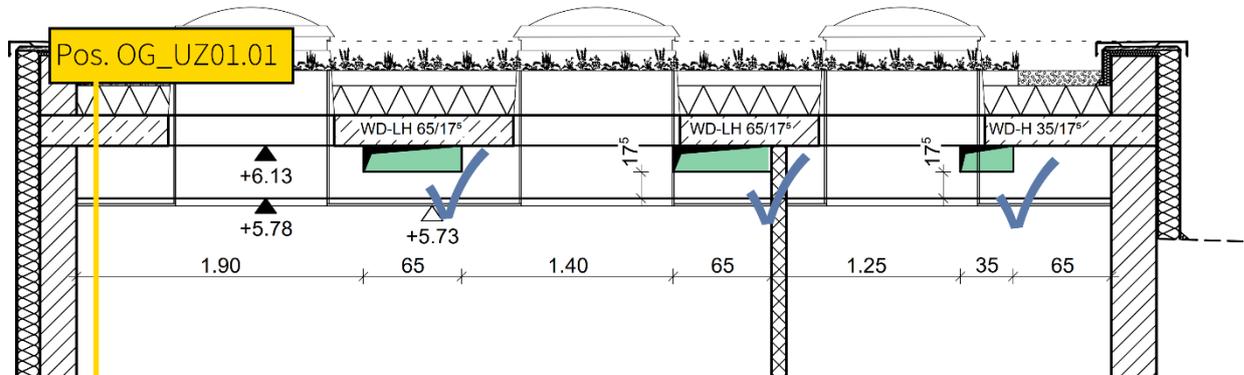


Einflusslängen und Lasten sind in der jeweiligen Bemessung angegeben.

Pos. OG_UZ01.01 in Achse 4 und Achse 5

Einflusslänge $a = (6,35 \text{ m} / 2 + 5,95 \text{ m} / 2) \times 0,5 = 3,08 \text{ m}$

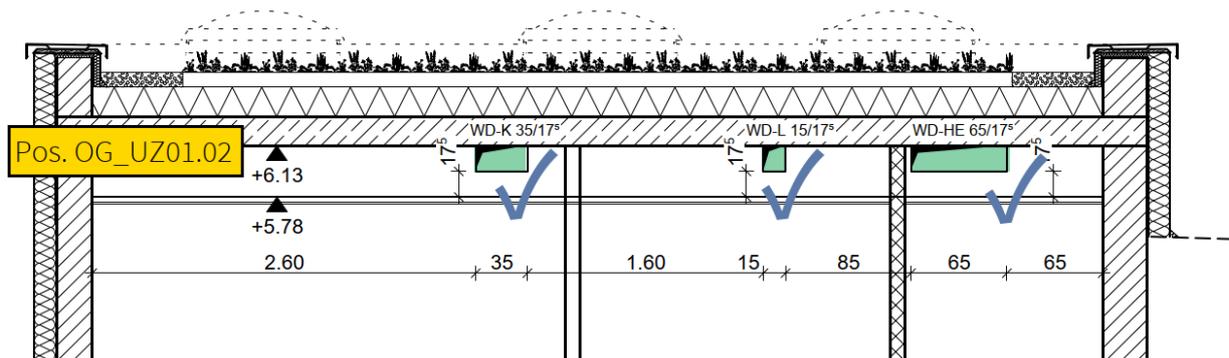
Lichtkuppeln mit 70 cm Abstand von Achse des UZ01



Lasten

Eigengewicht Stb.-Decke	$25 \text{ kN/m}^3 \times 0,2 \text{ m} \times 3,08 \text{ m} \times 1,1 =$	$g_k =$	16,9	kN/m
Ausbaulast	$3,0 \text{ kN/m}^2 \times 3,08 \text{ m} \times 1,1 =$	$g_k =$	10,2	kN/m
Nutzlast aus Decke	$0,5 \text{ kN/m}^2 \times 3,08 \text{ m} \times 1,1 =$	$g_k =$	1,7	kN/m
Schneelast	$0,7 \text{ kN/m}^2 \times 3,08 \text{ m} \times 1,1 =$	$g_k =$	2,4	kN/m

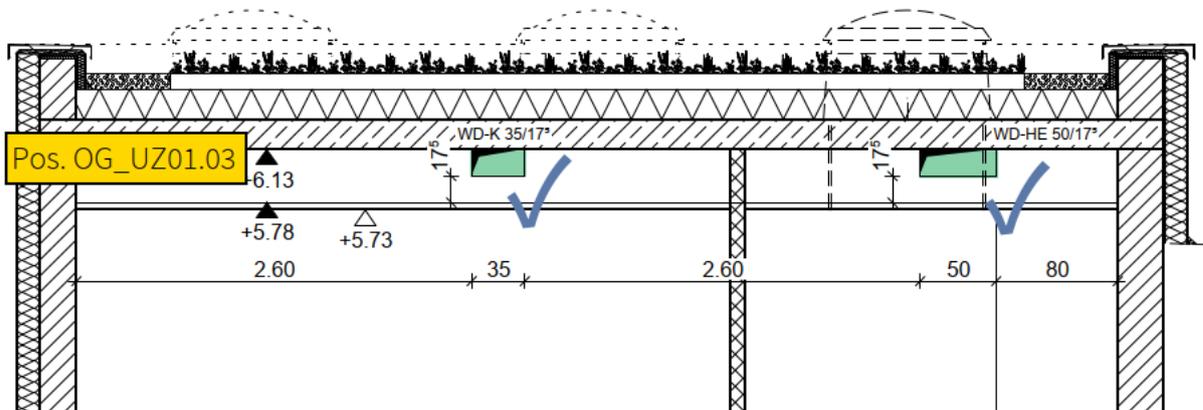
Pos. OG_UZ01.02 in Achse 8

Einflusslänge $a = (4,095 \text{ m} / 2 + 6,54 \text{ m} / 2) \times 0,5 = 2,66 \text{ m}$ 

Lasten

Eigengewicht Stb.-Decke	$25 \text{ kN/m}^3 \times 0,2 \text{ m} \times 2,66 \text{ m} \times 1,1 =$	$g_k =$	14,6	kN/m
Ausbaulast	$3,0 \text{ kN/m}^2 \times 2,66 \text{ m} \times 1,1 =$	$g_k =$	8,8	kN/m
Nutzlast aus Decke	$0,5 \text{ kN/m}^2 \times 2,66 \text{ m} \times 1,1 =$	$g_k =$	1,5	kN/m
Schneelast	$0,7 \text{ kN/m}^2 \times 2,66 \text{ m} \times 1,1 =$	$g_k =$	2,0	kN/m

Pos. OG_UZ01.03 in Achse 9

Einflusslänge $a = (6,54 \text{ m} / 2 + 4,88 \text{ m} / 2) \times 0,5 = 2,86 \text{ m}$ 

Lasten

Eigengewicht Stb.-Decke	$25 \text{ kN/m}^3 \times 0,2 \text{ m} \times 2,86 \text{ m} \times 1,1 =$	$g_k =$	15,7	kN/m
Ausbaulast	$3,0 \text{ kN/m}^2 \times 2,86 \text{ m} \times 1,1 =$	$g_k =$	9,4	kN/m
Nutzlast aus Decke	$0,5 \text{ kN/m}^2 \times 2,86 \text{ m} \times 1,1 =$	$g_k =$	1,6	kN/m
Schneelast	$0,7 \text{ kN/m}^2 \times 2,86 \text{ m} \times 1,1 =$	$g_k =$	2,2	kN/m

Pos. OG_UZ01.01: Achse 4/5 mit Durchbrüchen

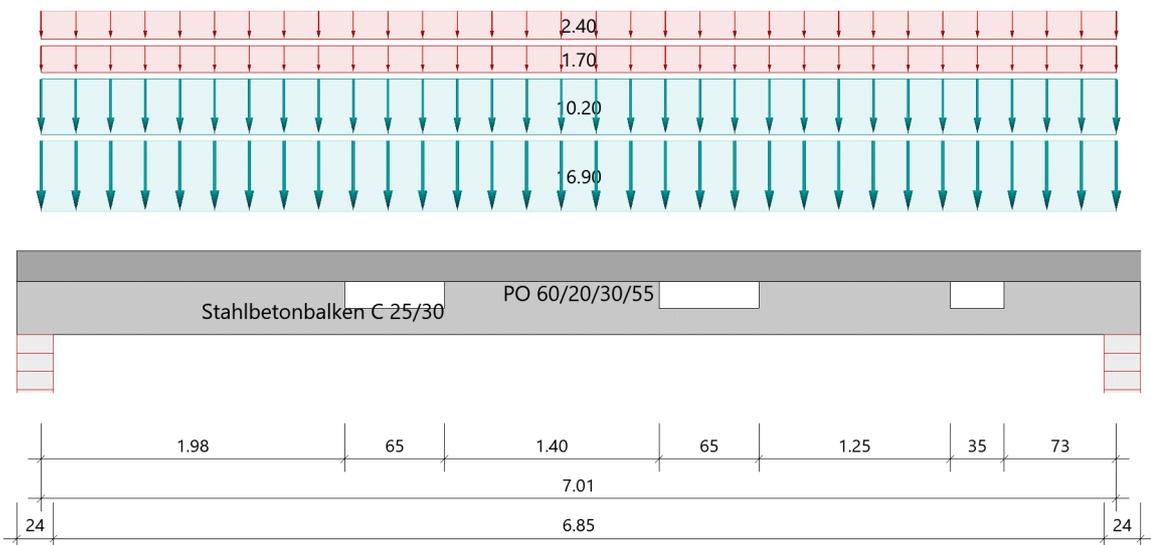
Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/23C (FRILO R-2023-2/P04)

Grundparameter

Stahlbetonbalken $E = 31000 \text{ N/mm}^2$
 DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System

Systembild



Material

Materialauswahl

Beton C 25/30 $f_{ck} = 25.00 \text{ N/mm}^2$ $E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$
 Betonstahl B500A $f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$ $E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$
 $k(f_t/f_y) = 1.05$ $\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$ (Bügel und Längsbewehrung)

Geometrie

Querschnitte

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Platte oben	60.0	20.0	30.0	55.0		

Querschnitte mit eff.mitwirkender Breite

x [m]	bo [cm]	ho [cm]	b0 [cm]	h0 [cm]	bu [cm]	hu [cm]	min Asu [cm ²]	min Aso [cm ²]
0.00	60.0	20.0	30.0	55.0	30.0		2.0	2.8
7.01	60.0	20.0	30.0	55.0	30.0		2.0	2.8

Die jeweiligen Plattenbreiten (unten bzw. oben) wurden für die Berechnung der Mindestbewehrung (min Asu bzw. min Aso) auf $3 \cdot b_0$ begrenzt.

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen ^{*)}		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	7.01	-1	-1	0.0	0.0	0.0

^{*)} -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Aussparungen

Art	Bezug	Feld	Abstand [m]	uk [cm]	h [cm]	L [cm]
Rechteck	vom Auflager	Feld 1	1.98	Vorderkante	17.5	65.0
Rechteck	vom Auflager	Feld 1	4.03	Vorderkante	17.5	65.0
Rechteck	vom Auflager	Feld 1	5.93	Vorderkante	17.5	35.0

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		7.01		16.90		Nein	ständig		
	2	GL		7.01		10.20		Nein	ständig		
	3	GL		7.01		1.70		Ja	Kat. B		
	4	GL		7.01		2.40		Ja	Schnee		

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast

Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)

A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger

EG : Lasteinwirkung

Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe

Alt : Alternativgruppe

- Last 1: Decke g
- Last 2: Ausbau
- Last 3: Nutzlast
- Last 4: Nutzlast

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 3943 kg mit $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Kat. B: Bürogebäude	0.70	0.50	0.30		1.50
Schnee $H < 1000 \text{ m}$	0.50	0.20	0.00		1.50

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{Fi} = 1.0$ Tab. B3

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	X0
Bewehrungskorrosion	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 8 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 12 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$
Bügel	$c_{min,b} = 10 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 12 \text{ mm} \quad *5$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 28 \text{ mm} \quad *1$
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 20 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$

*1: mit $c_{min,b}$

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

wirksame Bauteildicke	$h_0 = 19.4 \text{ cm}$	
Luftfeuchte	$LU = 50 \%$	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.64$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.47 \text{ ‰}$	

Betondeckung

Betondeckung	unten = 2.0 cm	oben = 3.5 cm
	links = 2.0 cm	rechts = 2.0 cm
Bewehrungslagen	unten = 4.1 cm	oben = 3.6 cm
Abminderung der Stützmomente $\leq 15 \%$		

Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze $k_x < .45$ wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal $\cot(\Theta)/2$.

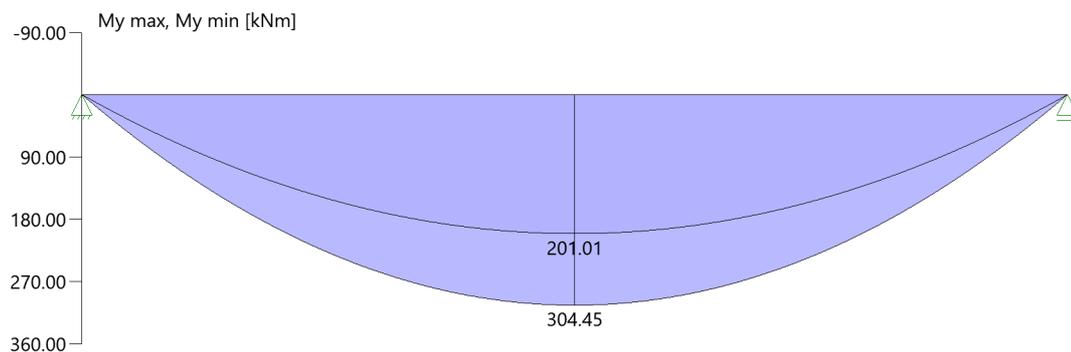
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 24.0 \text{ cm}$

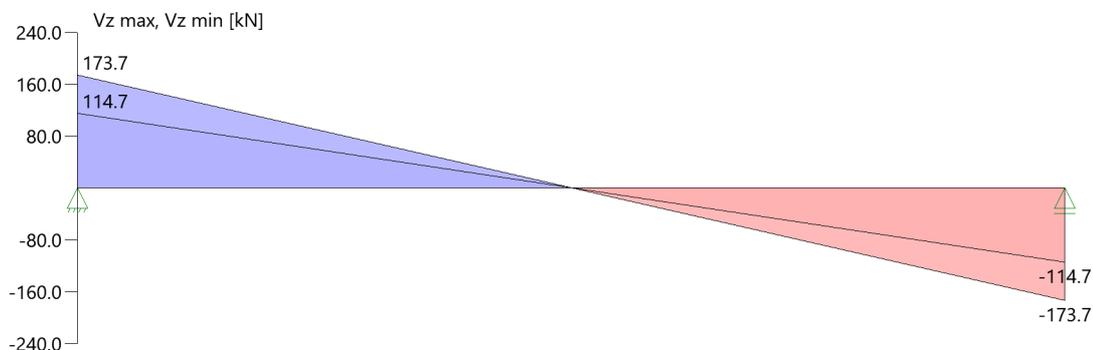
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	x [m]	My,Ed [kNm]	Vz,Ed [kN]	Lk
Feld 1	0.001	0.17	173.7	1
	0.08	13.74	169.8	1
	0.59	93.80	144.5	1
	1.10	160.99	119.3	1
	3.51	304.45	0.0	1
	5.91	160.99	-119.3	1
	6.42	93.80	-144.5	1
	6.93	13.74	-169.8	1
	6.93	13.73	-169.8	1
	7.01	0.17	-173.7	1

Feldbewehrung

Feld	xrel [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]	Lk
1	3.51	3.51	304.45	304.45	51.0	0.18	14.5	0.0	1
	6.59	6.59	69.36	69.36	51.4	0.06	3.0	0.0	1

Am ersten Auflager sind mindestens 5.9 cm² zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 5.9 cm² zu verankern.

Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{z,Ed} \cdot \cot(\Theta) / 2$ berücksichtigt.

Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		x _{rel} [m]	x [m]	kz	VEd [kN]	θ [°]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm ² /m]	Lk
1	rechts	0.08	0.08	0.86	169.8	20.9	79.0	464.0	VRd,max > VEd		
	rechts	0.59	0.59	0.86	144.5	18.4	79.0	417.4	30.0	2.54	1
	*	1.10	1.10	0.86	119.3	18.4	79.0	417.4	30.0	2.46 ¹	1
2	links	0.08	6.93	0.86	-169.8	20.9	79.0	464.0	VRd,max > VEd		
	links	0.59	6.42	0.86	-144.5	18.4	79.0	417.4	30.0	2.54	1
	*	1.10	5.91	0.86	-119.3	18.4	79.0	417.4	30.0	2.46 ¹	1

* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie

Der max. Bügelabstand wird mit $\theta \geq 40^\circ$ ermittelt (Heft 525 DAfStb).

1 : Mindestbügelbewehrung

Schulterschub

Feld	x _a [cm]	x _e [cm]	M _{li} [kNm]	M _{re} [kNm]	av [cm]	beff [cm]	dFcd [kN]	vEd [kN/m ²]	vEd,zul [kN/m ²]	asf [cm ² /m]
Feld 1	0.5	175.5	0.86	228.55	175.0	60.0	124.1	354.67	5231.79	1.36
	175.5	350.5	228.55	304.45	175.0	60.0	41.4	118.22	5231.79	0.45
	350.5	525.8	304.45	228.33	175.3	60.0	41.5	118.39	5231.79	0.45
	525.8	701.0	228.33	0.86	175.3	60.0	124.0	353.83	5231.79	1.36

Aussparungen

Aussparung Nr 1

in Feld 1, Länge/Höhe=65/17,5 cm Nachweis nach Heft 399 DAfStB S.43 ff

Abstand bis Achse

$a = 2.31 \text{ m}$

Abstand der Gurte

$z = 36.3 \text{ cm}$

$Myd = 268.76 \text{ kNm}$	$Ved = 59.5 \text{ kN}$	(max M / zug V)
$Myd = 177.45 \text{ kNm}$	$Ved = 39.3 \text{ kN}$	(min M / zug V)
$Myd = 268.76 \text{ kNm}$	$Ved = 59.5 \text{ kN}$	(max V / zug Q)

Druckgurt oben :

$d0 = 20.0 \text{ cm}$

$d1 = 3.6 \text{ cm}$

$Myd = 14.49 \text{ kNm}$

$Ved = 44.6 \text{ kN}$

$Nd = -741.4 \text{ kN}$

$VRd,c = 62.6 \text{ kN}$

$VRd,max = 225.8 \text{ kN}$

$\Theta = 18.435$

$erf As1 = erf As2 = 1.3 \text{ cm}^2$

$erf asB = 4.92 \text{ cm}^2/m$

Zuggurt unten :

$d0 = 17.5 \text{ cm}$

$d1 = 4.1 \text{ cm}$

$Myd = 4.85 \text{ kNm}$

$Ved = 14.9 \text{ kN}$

$Nd = 741.4 \text{ kN}$

$VRd,c = -38.6 \text{ kN}$

$VRd,max = 145.8 \text{ kN}$

$\Theta = 45.000$

$erf As1 = erf As2 = 8.9 \text{ cm}^2$

$erf asB = 3.76 \text{ cm}^2/m$

Aufhängebewehrung

$ZQ_1 = 35.3 \text{ kN}$

$erf Asv,li = 0.8 \text{ cm}^2$

$ZQ_2 = 98.7 \text{ kN}$

$erf Asv,re = 2.3 \text{ cm}^2$

nach Leonhardt mindestens für $0,8 \cdot \max Q$ bemessen:

$ZQ_3 = 47.6 \text{ kN}$

$erf Asv = 1.1 \text{ cm}^2$

Aussparung Nr 2

in Feld 1, Länge/Höhe=65/17,5 cm Nachweis nach Heft 399 DAfStB S.43 ff

Abstand bis Achse

$a = 4.36 \text{ m}$

Abstand der Gurte

$z = 36.3 \text{ cm}$

$Myd = 286.54 \text{ kNm}$

$Ved = 42.2 \text{ kN}$

(max M / zug V)

$Myd = 189.19 \text{ kNm}$

$Ved = 27.8 \text{ kN}$

(min M / zug V)

$Myd = 286.54 \text{ kNm}$

$Ved = 42.1 \text{ kN}$

(max V / zug Q)

Druckgurt oben :

$d0 = 20.0 \text{ cm}$

$d1 = 3.6 \text{ cm}$

$Myd = 10.27 \text{ kNm}$

$Ved = 31.6 \text{ kN}$

$Nd = -790.5 \text{ kN}$

$VRd,c = 63.2 \text{ kN}$

$VRd,max = 225.8 \text{ kN}$

$\Theta = 18.435$

$erf As1 = erf As2 = 1.4 \text{ cm}^2$

$erf asB = 4.92 \text{ cm}^2/\text{m}$

Zuggurt unten :

$d0 = 17.5 \text{ cm}$

$d1 = 4.1 \text{ cm}$

$Myd = 3.44 \text{ kNm}$

$Ved = 10.6 \text{ kN}$

$Nd = 790.5 \text{ kN}$

$VRd,c = -43.2 \text{ kN}$

$VRd,max = 145.8 \text{ kN}$

$\Theta = 45.000$

$erf As1 = erf As2 = 9.2 \text{ cm}^2$

$erf asB = 2.66 \text{ cm}^2/\text{m}$

Aufhängebewehrung

$ZQ_1 = 69.9 \text{ kN}$

$erf Asv,li = 1.6 \text{ cm}^2$

$ZQ_2 = 25.0 \text{ kN}$

$erf Asv,re = 0.6 \text{ cm}^2$

nach Leonhardt mindestens für $0,8 \cdot \max Q$ bemessen:

$ZQ_3 = 33.7 \text{ kN}$

$erf Asv = 0.8 \text{ cm}^2$

Aussparung Nr 3

in Feld 1, Länge/Höhe=35/17,5 cm Nachweis nach Heft 399 DAfStB S.43 ff

Abstand bis Achse

$a = 6.11 \text{ m}$

Abstand der Gurte

$z = 36.3 \text{ cm}$

$M_{yd} = 136.92 \text{ kNm}$	$V_{ed} = 128.9 \text{ kN}$	(max M / zug V)
$M_{yd} = 90.40 \text{ kNm}$	$V_{ed} = 85.1 \text{ kN}$	(min M / zug V)
$M_{yd} = 136.92 \text{ kNm}$	$V_{ed} = 128.9 \text{ kN}$	(max V / zug Q)

Druckgurt oben :

$d_0 = 20.0 \text{ cm}$

$d_1 = 3.6 \text{ cm}$

$M_{yd} = 16.90 \text{ kNm}$

$V_{ed} = 96.6 \text{ kN}$

$N_d = -377.7 \text{ kN}$

$VR_{d,c} = 56.7 \text{ kN}$

$VR_{d,max} = 265.1 \text{ kN}$

Theta = 22.387

erf $A_{s1} = \text{erf } A_{s2} = 0.7 \text{ cm}^2$

erf $a_{sB} = 7.75 \text{ cm}^2/\text{m}$

Zuggurt unten :

$d_0 = 17.5 \text{ cm}$

$d_1 = 4.1 \text{ cm}$

$M_{yd} = 5.66 \text{ kNm}$

$V_{ed} = 32.3 \text{ kN}$

$N_d = 377.7 \text{ kN}$

$VR_{d,c} = -9.5 \text{ kN}$

$VR_{d,max} = 145.8 \text{ kN}$

Theta = 45.000

erf $A_{s1} = \text{erf } A_{s2} = 5.0 \text{ cm}^2$

erf $a_{sB} = 8.13 \text{ cm}^2/\text{m}$

Aufhängebewehrung

$ZQ_1 = 159.6 \text{ kN}$

erf $A_{sv,li} = 3.7 \text{ cm}^2$

$ZQ_2 = 56.1 \text{ kN}$

erf $A_{sv,re} = 1.3 \text{ cm}^2$

nach Leonhardt mindestens für $0,8 \cdot \max Q$ bemessen:

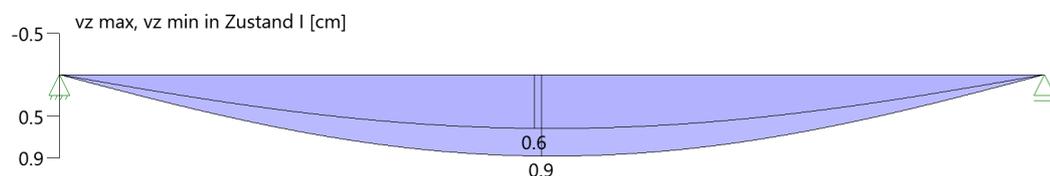
$ZQ_3 = 103.1 \text{ kN}$

erf $A_{sv} = 2.4 \text{ cm}^2$

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	3.51	0.0	0.6	3

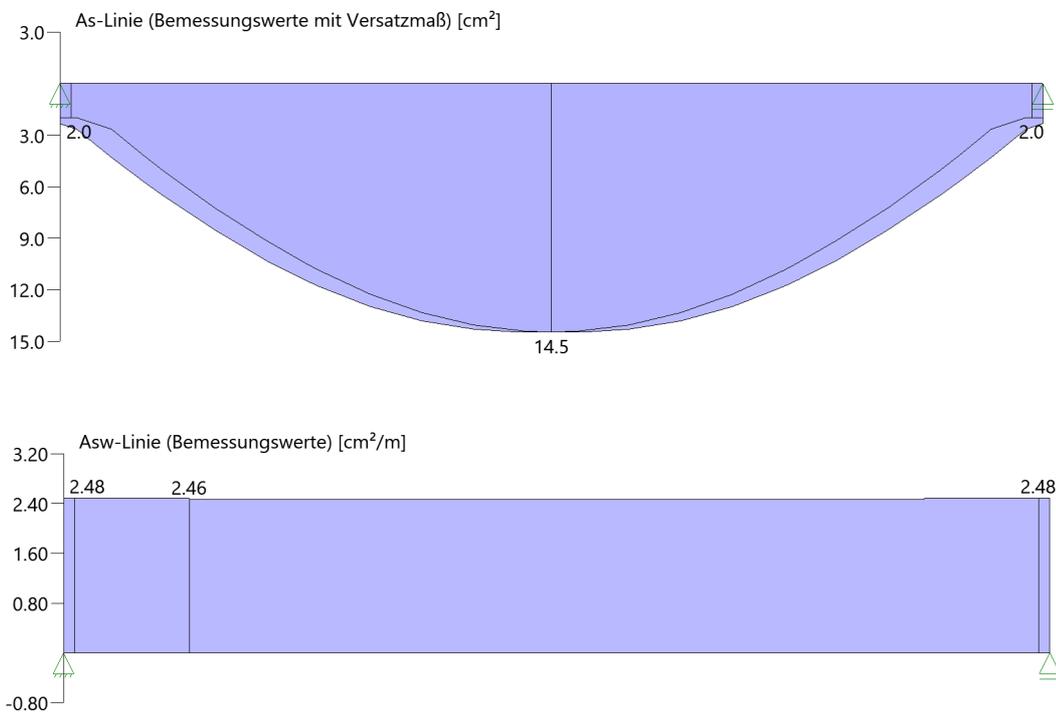
Spannungsbegrenzung

Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

Nachweis der Rissbreite: XC1/X0-- > zul wk = 0.40 mm
nach EN2 7.2(3) $s_C = 0.45 \cdot f_{ck} = 11.25 \text{ N/mm}^2$

Feld	x [m]	M_y [kNm]	A_{su} [cm ²]	A_{so} [cm ²]	$\sigma_S(t=\infty)$ [N/mm ²]	$\sigma_C(t=0)$ [N/mm ²]	vorh ds [mm]	zul ds [mm]	Lfk
Feld 1	3.32	203.58	19.6	8.0	230.32	-10.80	25	98	4
	3.51	204.15	19.6	8.0	230.96	-10.80	25	97	4
	3.69	203.58	19.6	8.0	230.32	-10.80	25	98	4

As-Deckungslinien



Biegebewehrung unten

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,unten}$ [cm ²]	$\Sigma A_{s,vorh.,unten}$ [cm ²]	Summe [cm ²]	$A_{s,vorh.,unten}$ [Anz. Ø mm]
0,00	7,01	7,01	14,5	19,6	19,6	4Ø25
0,00	7,12	7,12	14,5	0,0	19,6	

Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,oben}$ [cm ²]	$\Sigma A_{s,vorh.,oben}$ [cm ²]	Summe [cm ²]	$A_{s,vorh.,oben}$ [Anz. Ø mm]
0,00	5,14	5,14	0,0	8,0	8,0	4Ø16
5,14	7,01	1,87	0,0	8,0	8,0	4Ø16

Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [Anz. Ø mm / cm]
0,05	1,70	1,65	2,5	10,5	Ø10/15
2,81	3,86	1,05	2,5	10,5	Ø10/15
4,86	5,76	0,90	2,5	10,5	Ø10/15
6,48	6,93	0,45	2,5	10,5	Ø10/15

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x Einwirkung [m]	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00 ständig Kat. B: Bürogebäude Schnee H < 1000 m	114.7	114.7	6.0	8.4
2	7.01 ständig Kat. B: Bürogebäude Schnee H < 1000 m	114.7	114.7	6.0	8.4

Maßgebliche Kombinationen

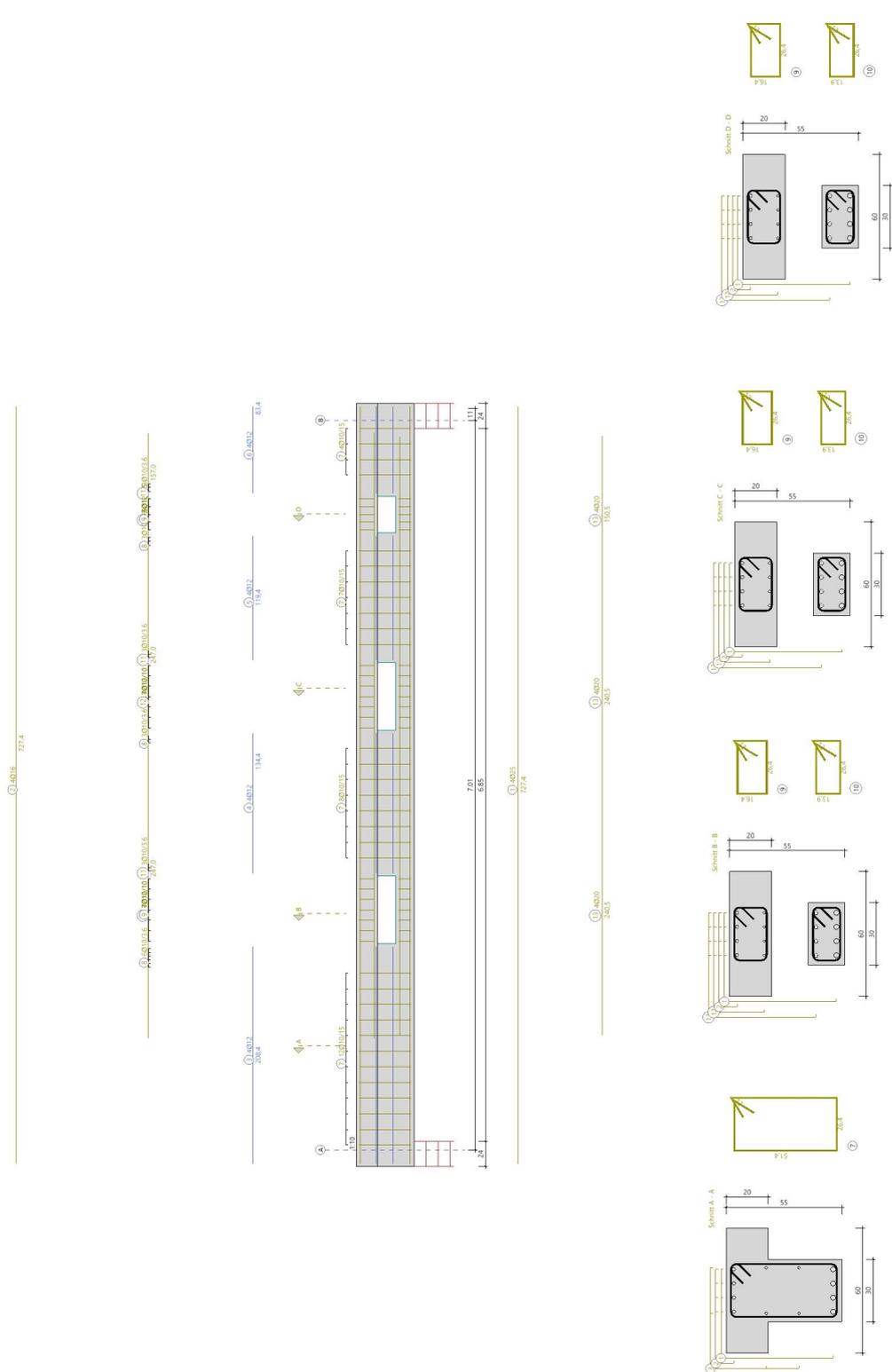
In der folgende Tabelle sind die Lasten mit der internen Nummer angegeben. Die anschließende Tabelle der maßgeblichen Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

generierte Last	Feld	Ewg	orig. Last	W1	W2	A [m]	L [m]
L 1	*	ständig	1	16.90	16.90	0.00	7.01
L 2	*	ständig	2	10.20	10.20	0.00	7.01
L 3	1	Kat. B	3	1.70	1.70	0.00	7.01
L 4	1	Schnee	4	2.40	2.40	0.00	7.01

gen. Last	Lk 1	Lk 3	Lk 4
L 1	1.35	1.00	1.00
L 2	1.35	1.00	1.00
L 3	1.05	0.70	0.30
L 4	1.50	1.00	
Eigengewicht	1.35	1.00	1.00

Bewehrung

Bewehrung



Pos. OG_UZ01.02: Achse 8 mit Durchbrüchen

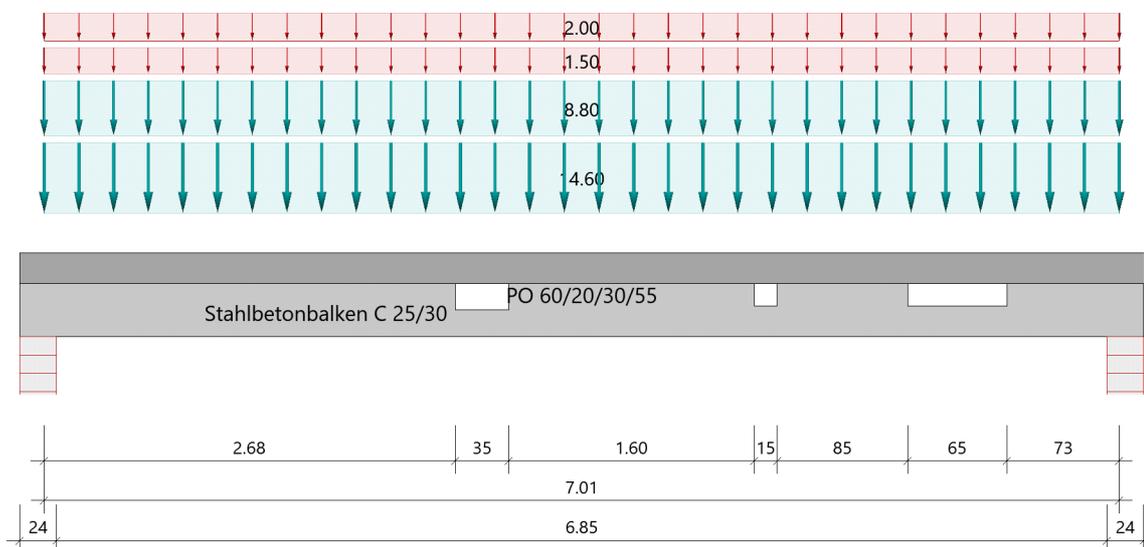
Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/23C (FRILO R-2023-2/P04)

Grundparameter

Stahlbetonbalken $E = 31000 \text{ N/mm}^2$
 DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System

Systembild



Material

Materialauswahl

Beton C 25/30 $f_{ck} = 25.00 \text{ N/mm}^2$ $E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$
 Betonstahl B500A $f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$ $E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$
 $k(f_t/f_y) = 1.05$ $\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$ (Bügel und Längsbewehrung)

Geometrie

Querschnitte

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Platte oben	60.0	20.0	30.0	55.0		

Querschnitte mit eff.mitwirkender Breite

x [m]	bo [cm]	ho [cm]	b0 [cm]	h0 [cm]	bu [cm]	hu [cm]	min Asu [cm ²]	min Aso [cm ²]
0.00	60.0	20.0	30.0	55.0	30.0		2.0	2.8
7.01	60.0	20.0	30.0	55.0	30.0		2.0	2.8

Die jeweiligen Plattenbreiten (unten bzw. oben) wurden für die Berechnung der Mindestbewehrung (min Asu bzw. min Aso) auf $3 \cdot b_0$ begrenzt.

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen ^{*)}		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	7.01	-1	-1	0.0	0.0	0.0

^{*)} -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Aussparungen

Art	Bezug	Feld	Abstand [m]	uk [cm]	h [cm]	L [cm]
Rechteck	vom Auflager	Feld 1	2.68 Vorderkante	17.5	17.5	35.0
Rechteck	vom Auflager	Feld 1	4.63 Vorderkante	20.0	15.0	15.0
Rechteck	vom Auflager	Feld 1	5.63 Vorderkante	20.0	15.0	65.0

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		7.01		14.60		Nein	ständig		
	2	GL		7.01		8.80		Nein	ständig		
	3	GL		7.01		1.50		Ja	Kat. B		
	4	GL		7.01		2.00		Ja	Schnee		

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast

Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)

A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger

EG : Lasteinwirkung

Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe

Alt : Alternativgruppe

- Last 1: Decke g
- Last 2: Ausbau
- Last 3: Nutzlast
- Last 4: Nutzlast

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 3943 kg mit $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Kat. B: Bürogebäude	0.70	0.50	0.30		1.50
Schnee $H < 1000 \text{ m}$	0.50	0.20	0.00		1.50

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{Fi} = 1.0$ Tab. B3

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	X0
Bewehrungskorrosion	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 8 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 12 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$
Bügel	$c_{min,b} = 10 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 12 \text{ mm} \quad *5$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 28 \text{ mm} \quad *1$
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 20 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$

*1: mit $c_{min,b}$

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

wirksame Bauteildicke	$h_0 = 19.4 \text{ cm}$	
Luftfeuchte	$LU = 50 \%$	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.64$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.47 \text{ ‰}$	

Betondeckung

Betondeckung	unten = 2.0 cm	oben = 3.5 cm
	links = 2.0 cm	rechts = 2.0 cm
Bewehrungslagen	unten = 3.8 cm	oben = 3.8 cm
Abminderung der Stützmomente $\leq 15 \%$		

Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze $k_x < .45$ wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal $\cot(\Theta)/2$.

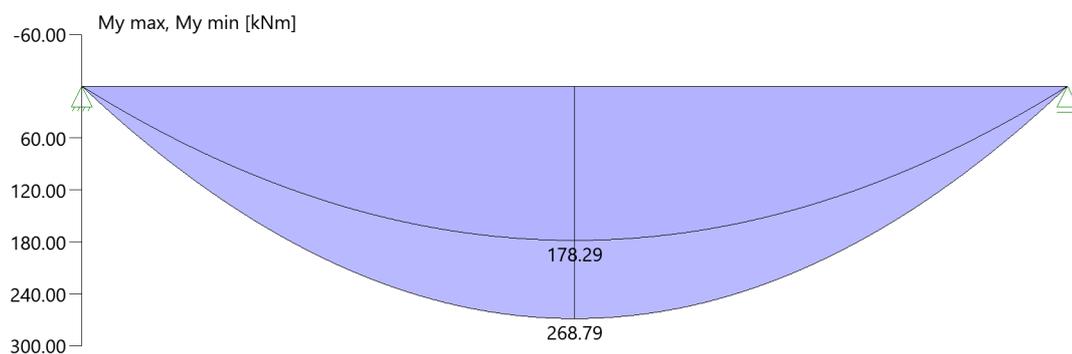
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 24.0 \text{ cm}$

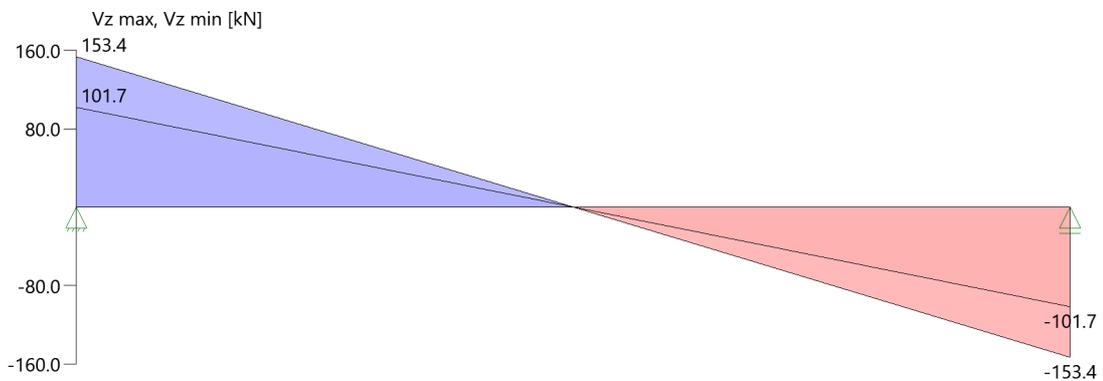
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	x [m]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{z,Ed}$ [kN]	Lk
Feld 1	0.001	0.15	153.3	1
	0.08	12.13	149.9	1
	0.59	83.13	127.5	1
	1.10	142.66	105.1	1
	3.51	268.79	0.0	1
	5.91	142.66	-105.1	1
	6.42	83.13	-127.5	1
	6.93	12.13	-149.9	1
	6.93	12.12	-149.9	1
	7.01	0.15	-153.3	1

Feldbewehrung

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	M_{yd} [kNm]	min M_{yd} [kNm]	d [cm]	k_x	A_{su} [cm ²]	A_{so} [cm ²]	Lk
1	3.51	3.51	268.79	268.79	51.2	0.16	12.5	0.0	1
	6.59	6.59	61.23	61.23	51.2	0.05	2.7	0.0	1

Am ersten Auflager sind mindestens 5.2 cm² zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 5.2 cm² zu verankern.

Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{y,Ed} \cdot \cot(\Theta) / 2$ berücksichtigt.

Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		x _{rel} [m]	x [m]	kz	VE _d [kN]	θ [°]	VR _{d,c} [kN]	VR _{d,max} [kN]	a max [cm]	asw [cm ² /m]	Lk
1	rechts	0.08	0.08	0.86	149.9	18.4	55.7	419.8	VR _{d,max} > VE _d		
	rechts	0.59	0.59	0.86	127.5	18.4	55.7	419.8	30.0	2.46 ¹	1
	*	1.10	1.10	0.86	105.1	18.4	55.7	419.8	30.0	2.46 ¹	1
2	links	0.08	6.93	0.86	-149.9	18.4	55.7	419.8	VR _{d,max} > VE _d		
	links	0.59	6.42	0.86	-127.5	18.4	55.7	419.8	30.0	2.46 ¹	1
	*	1.10	5.91	0.86	-105.1	18.4	55.7	419.8	30.0	2.46 ¹	1

* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie

Der max. Bügelabstand wird mit $\theta \geq 40^\circ$ ermittelt (Heft 525 DAfStb).

1 : Mindestbügelbewehrung

Schulterschub

Feld	x _a [cm]	x _e [cm]	M _{li} [kNm]	M _{re} [kNm]	av [cm]	beff [cm]	dF _{cd} [kN]	v _{Ed} [kN/m ²]	v _{Ed,zul} [kN/m ²]	asf [cm ² /m]
Feld 1	0.5	175.5	0.76	201.78	175.0	60.0	109.1	311.60	5231.79	1.19
	175.5	350.5	201.78	268.79	175.0	60.0	36.4	103.87	5231.79	0.40
	350.5	525.8	268.79	201.59	175.3	60.0	36.5	104.01	5231.79	0.40
	525.8	701.0	201.59	0.76	175.3	60.0	109.0	310.86	5231.79	1.19

Aussparungen

Aussparung Nr 1

in Feld 1, Länge/Höhe=35/17,5 cm Nachweis nach Heft 399 DAfStB S.43 ff

Abstand bis Achse

$a = 2.86 \text{ m}$

Abstand der Gurte

$z = 36.3 \text{ cm}$

$M_{yd} = 259.54 \text{ kNm}$	$V_{ed} = 28.5 \text{ kN}$	(max M / zug V)
$M_{yd} = 172.15 \text{ kNm}$	$V_{ed} = 18.9 \text{ kN}$	(min M / zug V)
$M_{yd} = 259.54 \text{ kNm}$	$V_{ed} = 28.4 \text{ kN}$	(max V / zug Q)

Druckgurt oben :

$d_0 = 20.0 \text{ cm}$

$d_1 = 3.8 \text{ cm}$

$M_{yd} = 3.73 \text{ kNm}$

$V_{ed} = 21.3 \text{ kN}$

$N_d = -716.0 \text{ kN}$

$VR_{d,c} = 61.6 \text{ kN}$

$VR_{d,max} = 223.1 \text{ kN}$

Theta = 18.435

erf $A_{s1} = \text{erf } A_{s2} = 1.2 \text{ cm}^2$

erf $a_{sB} = 4.92 \text{ cm}^2/\text{m}$

Zuggurt unten :

$d_0 = 17.5 \text{ cm}$

$d_1 = 3.8 \text{ cm}$

$M_{yd} = 1.25 \text{ kNm}$

$V_{ed} = 7.1 \text{ kN}$

$N_d = 716.0 \text{ kN}$

$VR_{d,c} = -37.2 \text{ kN}$

$VR_{d,max} = 148.5 \text{ kN}$

Theta = 45.000

erf $A_{s1} = \text{erf } A_{s2} = 8.1 \text{ cm}^2$

erf $a_{sB} = 2.46 \text{ cm}^2/\text{m}$

Aufhängebewehrung

$ZQ_1 = 12.4 \text{ kN}$

erf $A_{sv,li} = 0.3 \text{ cm}^2$

$ZQ_2 = 35.3 \text{ kN}$

erf $A_{sv,re} = 0.8 \text{ cm}^2$

nach Leonhardt mindestens für $0,8 \cdot \max Q$ bemessen:

$ZQ_3 = 22.8 \text{ kN}$

erf $A_{sv} = 0.5 \text{ cm}^2$

Aussparung Nr 2

in Feld 1, Länge/Höhe=15/15 cm Nachweis nach Heft 399 DAfStB S.43 ff

Abstand bis Achse $a = 4.71 \text{ m}$ Abstand der Gurte $z = 35.0 \text{ cm}$

Der lichte Abstand zwischen den Aussparungen ist zu klein!

$Myd = 237.28 \text{ kNm}$	$Ved = 52.6 \text{ kN}$	(max M / zug V)
$Myd = 157.39 \text{ kNm}$	$Ved = 34.9 \text{ kN}$	(min M / zug V)
$Myd = 237.28 \text{ kNm}$	$Ved = 52.5 \text{ kN}$	(max V / zug Q)

Druckgurt oben :

$d0 = 20.0 \text{ cm}$	$d1 = 3.8 \text{ cm}$
$Myd = 2.76 \text{ kNm}$	$Ved = 36.8 \text{ kN}$
$Nd = -677.9 \text{ kN}$	$VRd,c = 61.1 \text{ kN}$
	$VRd,max = 223.1 \text{ kN}$
	$\Theta = 18.435$
$erf As1 = erf As2 = 1.2 \text{ cm}^2$	$erf asB = 4.92 \text{ cm}^2/m$

Zuggurt unten :

$d0 = 20.0 \text{ cm}$	$d1 = 3.8 \text{ cm}$
$Myd = 1.18 \text{ kNm}$	$Ved = 15.8 \text{ kN}$
$Nd = 677.9 \text{ kN}$	$VRd,c = -32.9 \text{ kN}$
	$VRd,max = 185.9 \text{ kN}$
	$\Theta = 45.000$
$erf As1 = erf As2 = 7.6 \text{ cm}^2$	$erf asB = 3.11 \text{ cm}^2/m$

Aufhängebewehrung

$ZQ_1 = 47.1 \text{ kN}$	$erf Asv,li = 1.1 \text{ cm}^2$
$ZQ_2 = 20.2 \text{ kN}$	$erf Asv,re = 0.5 \text{ cm}^2$
nach Leonhardt mindestens für $0,8 \cdot \max Q$ bemessen:	
$ZQ_3 = 42.0 \text{ kN}$	$erf Asv = 1.0 \text{ cm}^2$

Aussparung Nr 3

in Feld 1, Länge/Höhe=65/15 cm Nachweis nach Heft 399 DAfStB S.43 ff

Abstand bis Achse $a = 5.96 \text{ m}$ Abstand der Gurte $z = 35.0 \text{ cm}$

Der lichte Abstand zwischen den Aussparungen ist zu klein!

$Myd = 137.46 \text{ kNm}$	$Ved = 107.3 \text{ kN}$	(max M / zug V)
$Myd = 91.18 \text{ kNm}$	$Ved = 71.1 \text{ kN}$	(min M / zug V)
$Myd = 137.46 \text{ kNm}$	$Ved = 107.2 \text{ kN}$	(max V / zug Q)

Druckgurt oben :

$d0 = 20.0 \text{ cm}$	$d1 = 3.8 \text{ cm}$
$Myd = 24.40 \text{ kNm}$	$Ved = 75.1 \text{ kN}$
$Nd = -392.7 \text{ kN}$	$VRd,c = 56.4 \text{ kN}$
	$VRd,max = 229.8 \text{ kN}$
	$\Theta = 19.088$
$erf As1 = erf As2 = 0.7 \text{ cm}^2$	$erf asB = 4.92 \text{ cm}^2/m$

Zuggurt unten :

$d0 = 20.0 \text{ cm}$	$d1 = 3.8 \text{ cm}$
$Myd = 10.46 \text{ kNm}$	$Ved = 32.2 \text{ kN}$
$Nd = 392.7 \text{ kN}$	$VRd,c = -8.0 \text{ kN}$
	$VRd,max = 185.9 \text{ kN}$
	$\Theta = 45.000$
$erf As1 = erf As2 = 5.8 \text{ cm}^2$	$erf asB = 6.34 \text{ cm}^2/m$

Aufhängebewehrung

$ZQ_1 = 166.4 \text{ kN}$	$erf Asv,li = 3.8 \text{ cm}^2$
$ZQ_2 = 71.3 \text{ kN}$	$erf Asv,re = 1.6 \text{ cm}^2$

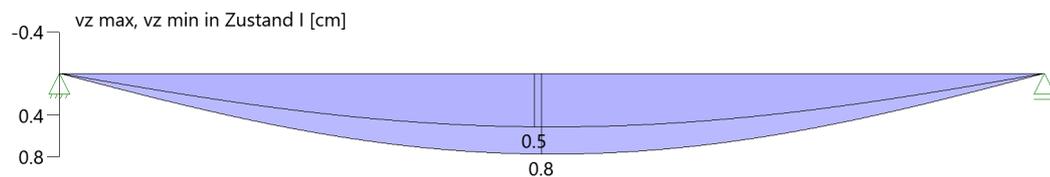
nach Leonhardt mindestens für $0,8 \cdot \max Q$ bemessen:

$ZQ_3 = 85.8 \text{ kN}$	$erf Asv = 2.0 \text{ cm}^2$
--------------------------	------------------------------

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	3.51	0.0	0.6	3

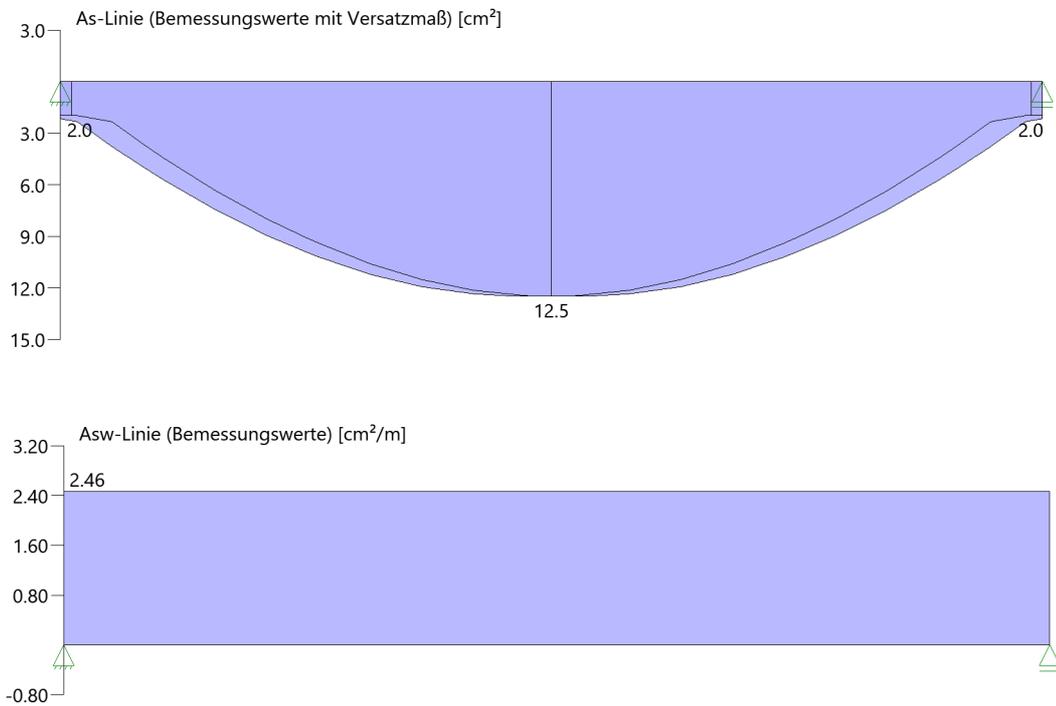
Spannungsbegrenzung

Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

Nachweis der Rissbreite: XC1/X0-- > zul wk = 0.40 mm
nach EN2 7.2(3) $sC = 0.45 \cdot f_{ck} = 11.25 \text{ N/mm}^2$

Feld	x [m]	M_y [kNm]	A_{su} [cm ²]	A_{so} [cm ²]	$\sigma_S(t=\infty)$ [N/mm ²]	$\sigma_C(t=0)$ [N/mm ²]	vorh ds [mm]	zul ds [mm]	Lfk
Feld 1	3.32	180.55	15.7	12.6	249.39	-10.10	20	77	4
	3.51	181.05	15.7	12.6	250.08	-10.10	20	77	4
	3.69	180.55	15.7	12.6	249.39	-10.10	20	77	4

As-Deckungslinien



Biegebewehrung unten

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,unten}$ [cm ²]	$\Sigma A_{s,vorh.,unten}$ [cm ²]	Summe [cm ²]	$A_{s,vorh.,unten}$ [Anz. Ø mm]
0,00	0,15	0,15	12,5	15,7	15,7	5Ø20
0,00	7,12	7,12	12,5	0,0	15,7	

Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,oben}$ [cm ²]	$\Sigma A_{s,vorh.,oben}$ [cm ²]	Summe [cm ²]	$A_{s,vorh.,oben}$ [Anz. Ø mm]
0,00	0,15	0,15	0,0	12,6	12,6	4Ø20
5,14	0,09	-5,05	0,0	12,6	12,6	4Ø20

Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [Anz. Ø mm / cm]
0,08	2,48	2,40	2,5	10,5	Ø10/15
3,23	4,43	1,20	2,5	10,5	Ø10/15
4,98	5,43	0,45	2,5	10,5	Ø10/15
6,48	6,93	0,45	2,5	10,5	Ø10/15

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x Einwirkung [m]	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00 ständig Kat. B: Bürogebäude Schnee H < 1000 m	101.7	101.7	5.3	7.0
2	7.01 ständig Kat. B: Bürogebäude Schnee H < 1000 m	101.7	101.7	5.3	7.0

Maßgebliche Kombinationen

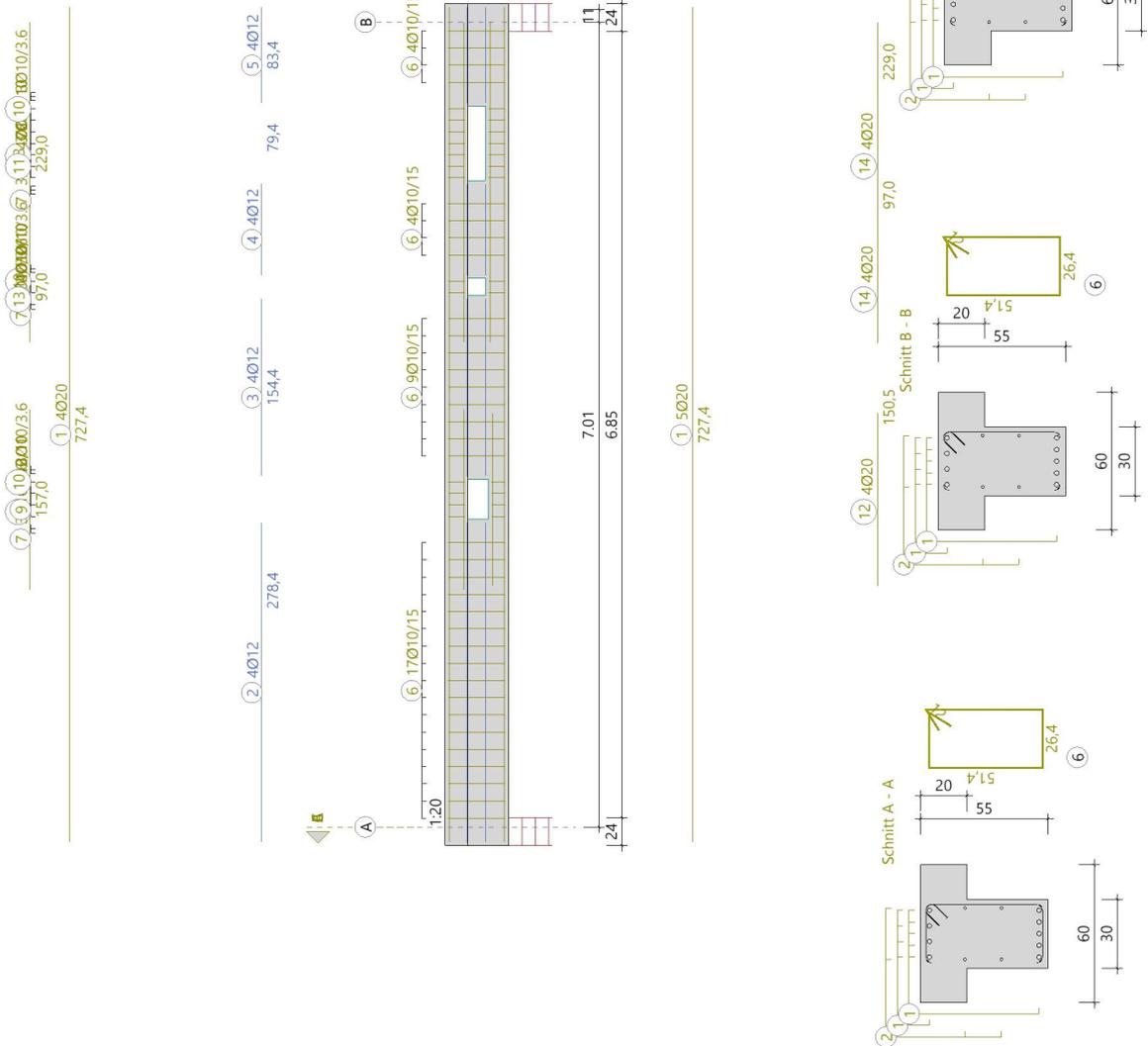
In der folgende Tabelle sind die Lasten mit der internen Nummer angegeben. Die anschließende Tabelle der maßgeblichen Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

generierte Last	Feld	Ewg	orig. Last	W1	W2	A [m]	L [m]
L 1	*	ständig	1	14.60	14.60	0.00	7.01
L 2	*	ständig	2	8.80	8.80	0.00	7.01
L 3	1	Kat. B	3	1.50	1.50	0.00	7.01
L 4	1	Schnee	4	2.00	2.00	0.00	7.01

gen. Last	Lk 1	Lk 3	Lk 4
L 1	1.35	1.00	1.00
L 2	1.35	1.00	1.00
L 3	1.05	0.70	0.30
L 4	1.50	1.00	
Eigengewicht	1.35	1.00	1.00

Bewehrung

Bewehrung



Pos. OG_UZ01.03: Achse 9 mit Durchbrüchen

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/23C (FRILO R-2023-2/P04)

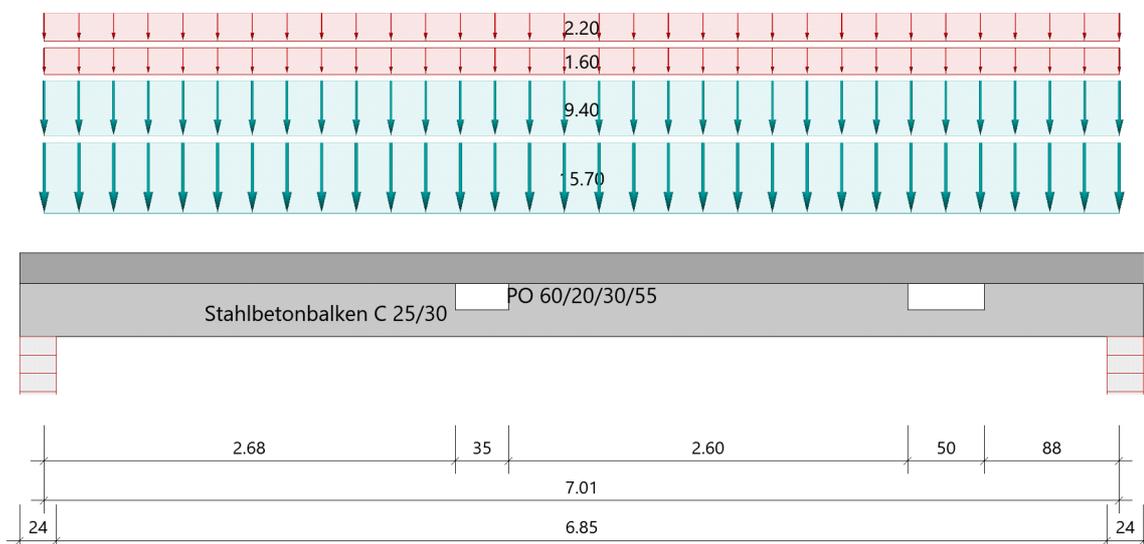
Grundparameter

Stahlbetonbalken $E = 31000 \text{ N/mm}^2$

DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System

Systembild



Material

Materialauswahl

Beton C 25/30 $f_{ck} = 25.00 \text{ N/mm}^2$ $E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$
 Betonstahl B500A $f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$ $E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$
 $k(f_t/f_y) = 1.05$ $\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$ (Bügel und Längsbewehrung)

Geometrie

Querschnitte

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Platte oben	60.0	20.0	30.0	55.0		

Querschnitte mit eff.mitwirkender Breite

x [m]	bo [cm]	ho [cm]	b0 [cm]	h0 [cm]	bu [cm]	hu [cm]	min Asu [cm ²]	min Aso [cm ²]
0.00	60.0	20.0	30.0	55.0	30.0		2.0	2.8
7.01	60.0	20.0	30.0	55.0	30.0		2.0	2.8

Die jeweiligen Plattenbreiten (unten bzw. oben) wurden für die Berechnung der Mindestbewehrung (min Asu bzw. min Aso) auf $3 \cdot b_0$ begrenzt.

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen ^{*)}		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	7.01	-1	-1	0.0	0.0	0.0

^{*)} -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Aussparungen

Art	Bezug	Feld	Abstand [m]	uk [cm]	h [cm]	L [cm]
Rechteck	vom Auflager	Feld 1	2.68	Vorderkante	17.5	35.0
Rechteck	vom Auflager	Feld 1	5.63	Vorderkante	17.5	50.0

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		7.01		15.70		Nein	ständig		
	2	GL		7.01		9.40		Nein	ständig		
	3	GL		7.01		1.60		Ja	Kat. B		
	4	GL		7.01		2.20		Ja	Schnee		

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast

Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)

A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger

EG : Lasteinwirkung

Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe

Alt : Alternativgruppe

- Last 1: Decke g
- Last 2: Ausbau
- Last 3: Nutzlast
- Last 4: Nutzlast

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 3943 kg mit $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Kat. B: Bürogebäude	0.70	0.50	0.30		1.50
Schnee $H < 1000 \text{ m}$	0.50	0.20	0.00		1.50

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{Fi} = 1.0$ Tab. B3

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	X0
Bewehrungskorrosion	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 8 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 12 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$
Bügel	$c_{min,b} = 10 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 12 \text{ mm} \quad *5$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 28 \text{ mm} \quad *1$
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 20 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$

*1: mit $c_{min,b}$

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

wirksame Bauteildicke	$h_0 = 19.4 \text{ cm}$	
Luftfeuchte	$LU = 50 \%$	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.64$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.47 \text{ ‰}$	

Betondeckung

Betondeckung	unten = 2.0 cm	oben = 3.5 cm
	links = 2.0 cm	rechts = 2.0 cm
Bewehrungslagen	unten = 5.1 cm	oben = 3.8 cm
Abminderung der Stützmomente $\leq 15 \%$		

Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze $k_x < .45$ wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal $\cot(\Theta)/2$.

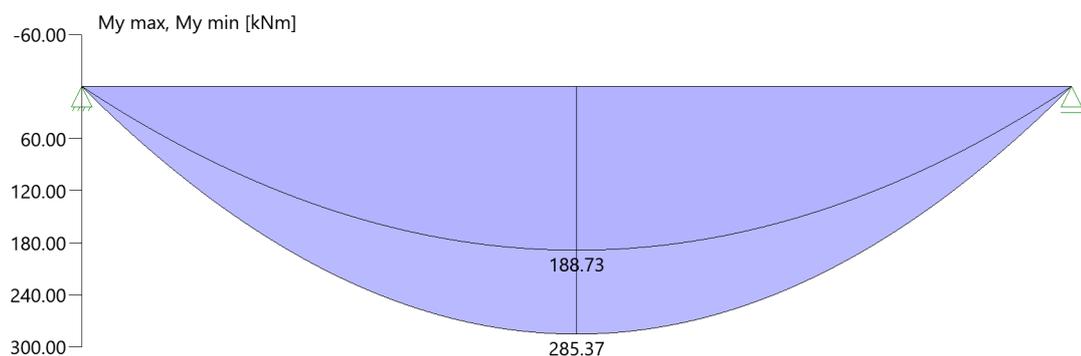
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 24.0 \text{ cm}$

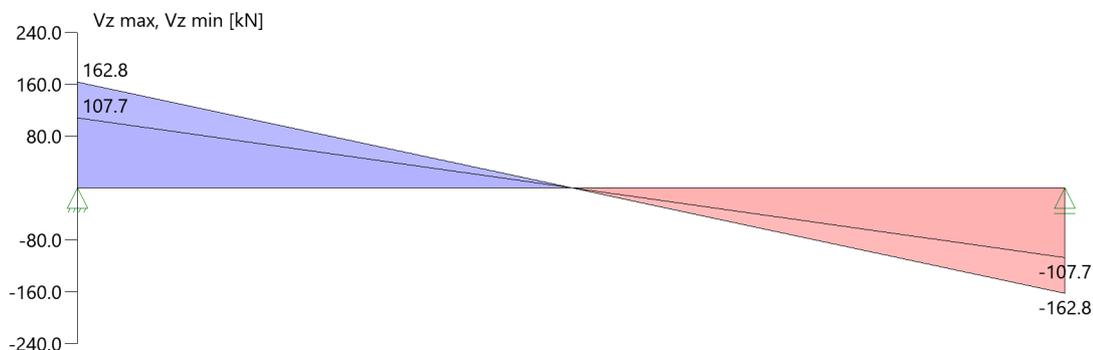
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	x [m]	My,Ed [kNm]	Vz,Ed [kN]	Lk
Feld 1	0.001	0.16	162.8	1
	0.08	12.87	159.1	1
	0.08	12.88	159.1	1
	0.58	86.56	135.9	1
	1.08	148.66	112.7	1
	3.51	285.37	0.0	1
	5.93	148.66	-112.7	1
	6.43	86.56	-135.9	1
	6.93	12.88	-159.1	1
	7.01	0.16	-162.8	1

Feldbewehrung

Feld	xrel [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]	Lk
1	3.51	3.51	285.37	285.37	50.0	0.18	13.8	0.0	1
	6.59	6.59	65.01	65.01	51.2	0.06	2.9	0.0	1

Am ersten Auflager sind mindestens 6.1 cm² zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 6.1 cm² zu verankern.

Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{z,Ed} \cdot \cot(\Theta) / 2$ berücksichtigt.

Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		x _{rel} [m]	x [m]	kz	VEd [kN]	θ [°]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm ² /m]	Lk
1	rechts	0.08	0.08	0.85	159.1	20.0	84.3	436.1	VRd,max > VEd		
	rechts	0.58	0.58	0.85	135.9	18.4	84.3	407.8	30.0	2.46 ¹	1
	*	1.08	1.08	0.85	112.7	18.4	84.3	407.8	30.0	2.46 ¹	1
2	links	0.08	6.93	0.85	-159.1	20.0	54.7	436.1	VRd,max > VEd		
	links	0.58	6.43	0.85	-135.9	18.4	54.7	407.8	30.0	2.46 ¹	1
	*	1.08	5.93	0.85	-112.7	18.4	54.9	407.8	30.0	2.46 ¹	1

* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie

Der max. Bügelabstand wird mit $\theta \geq 40^\circ$ ermittelt (Heft 525 DAfStb).

1 : Mindestbügelbewehrung

Schulterschub

Feld	x _a [cm]	x _e [cm]	M _{li} [kNm]	M _{re} [kNm]	av [cm]	beff [cm]	dFcd [kN]	vEd [kN/m ²]	vEd,zul [kN/m ²]	asf [cm ² /m]
Feld 1	0.5	175.5	0.81	214.23	175.0	60.0	118.7	339.11	5231.79	1.30
	175.5	350.5	214.23	285.37	175.0	60.0	39.6	113.04	5231.79	0.43
	350.5	525.8	285.37	214.03	175.3	60.0	39.7	113.20	5231.79	0.43
	525.8	701.0	214.03	0.81	175.3	60.0	118.6	338.30	5231.79	1.30

Aussparungen

Aussparung Nr 1

in Feld 1, Länge/Höhe=35/17,5 cm Nachweis nach Heft 399 DAfStB S.43 ff

Abstand bis Achse

$a = 2.86 \text{ m}$

Abstand der Gurte

$z = 36.3 \text{ cm}$

$M_{yd} = 275.56 \text{ kNm}$	$V_{ed} = 30.2 \text{ kN}$	(max M / zug V)
$M_{yd} = 182.24 \text{ kNm}$	$V_{ed} = 20.0 \text{ kN}$	(min M / zug V)
$M_{yd} = 275.56 \text{ kNm}$	$V_{ed} = 30.2 \text{ kN}$	(max V / zug Q)

Druckgurt oben :

$d_0 = 20.0 \text{ cm}$

$d_1 = 3.8 \text{ cm}$

$M_{yd} = 3.96 \text{ kNm}$

$V_{ed} = 22.7 \text{ kN}$

$N_d = -760.2 \text{ kN}$

$VR_{d,c} = 62.2 \text{ kN}$

$VR_{d,max} = 223.1 \text{ kN}$

Theta = 18.435

erf $A_{s1} = \text{erf } A_{s2} = 1.3 \text{ cm}^2$

erf $a_{sB} = 4.92 \text{ cm}^2/\text{m}$

Zuggurt unten :

$d_0 = 17.5 \text{ cm}$

$d_1 = 5.1 \text{ cm}$

$M_{yd} = 1.33 \text{ kNm}$

$V_{ed} = 7.6 \text{ kN}$

$N_d = 760.2 \text{ kN}$

$VR_{d,c} = -37.4 \text{ kN}$

$VR_{d,max} = 134.9 \text{ kN}$

Theta = 45.000

erf $A_{s1} = \text{erf } A_{s2} = 8.6 \text{ cm}^2$

erf $a_{sB} = 2.46 \text{ cm}^2/\text{m}$

Aufhängebewehrung

$ZQ_1 = 13.2 \text{ kN}$

erf $A_{sv,li} = 0.3 \text{ cm}^2$

$ZQ_2 = 37.5 \text{ kN}$

erf $A_{sv,re} = 0.9 \text{ cm}^2$

nach Leonhardt mindestens für $0,8 \cdot \max Q$ bemessen:

$ZQ_3 = 24.2 \text{ kN}$

erf $A_{sv} = 0.6 \text{ cm}^2$

Aussparung Nr 2

in Feld 1, Länge/Höhe=50/17,5 cm Nachweis nach Heft 399 DAfStB S.43 ff

Abstand bis Achse

$a = 5.88 \text{ m}$

Abstand der Gurte

$z = 36.3 \text{ cm}$

$Myd = 154.35 \text{ kNm}$	$Ved = 110.4 \text{ kN}$	(max M / zug V)
$Myd = 102.07 \text{ kNm}$	$Ved = 73.0 \text{ kN}$	(min M / zug V)
$Myd = 154.35 \text{ kNm}$	$Ved = 110.3 \text{ kN}$	(max V / zug Q)

Druckgurt oben :

$d0 = 20.0 \text{ cm}$

$d1 = 3.8 \text{ cm}$

$Myd = 20.67 \text{ kNm}$

$Ved = 82.7 \text{ kN}$

$Nd = -425.8 \text{ kN}$

$VRd,c = 57.1 \text{ kN}$

$VRd,max = 245.4 \text{ kN}$

$\Theta = 20.656$

$erf As1 = erf As2 = 0.7 \text{ cm}^2$

$erf asB = 6.15 \text{ cm}^2/\text{m}$

Zuggurt unten :

$d0 = 17.5 \text{ cm}$

$d1 = 5.1 \text{ cm}$

$Myd = 6.92 \text{ kNm}$

$Ved = 27.7 \text{ kN}$

$Nd = 425.8 \text{ kN}$

$VRd,c = -11.0 \text{ kN}$

$VRd,max = 134.9 \text{ kN}$

$\Theta = 45.000$

$erf As1 = erf As2 = 5.8 \text{ cm}^2$

$erf asB = 7.52 \text{ cm}^2/\text{m}$

Aufhängebewehrung

$ZQ_1 = 159.8 \text{ kN}$

$erf Asv,li = 3.7 \text{ cm}^2$

$ZQ_2 = 56.8 \text{ kN}$

$erf Asv,re = 1.3 \text{ cm}^2$

nach Leonhardt mindestens für $0,8 \cdot \max Q$ bemessen:

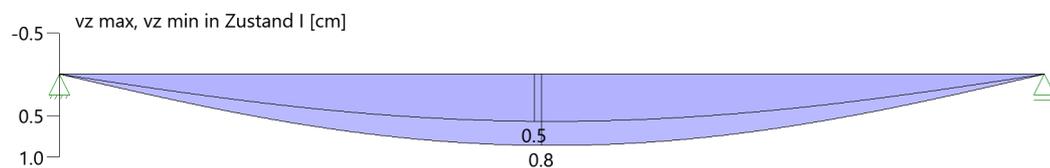
$ZQ_3 = 88.3 \text{ kN}$

$erf Asv = 2.0 \text{ cm}^2$

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	3.51	0.0	0.6	3

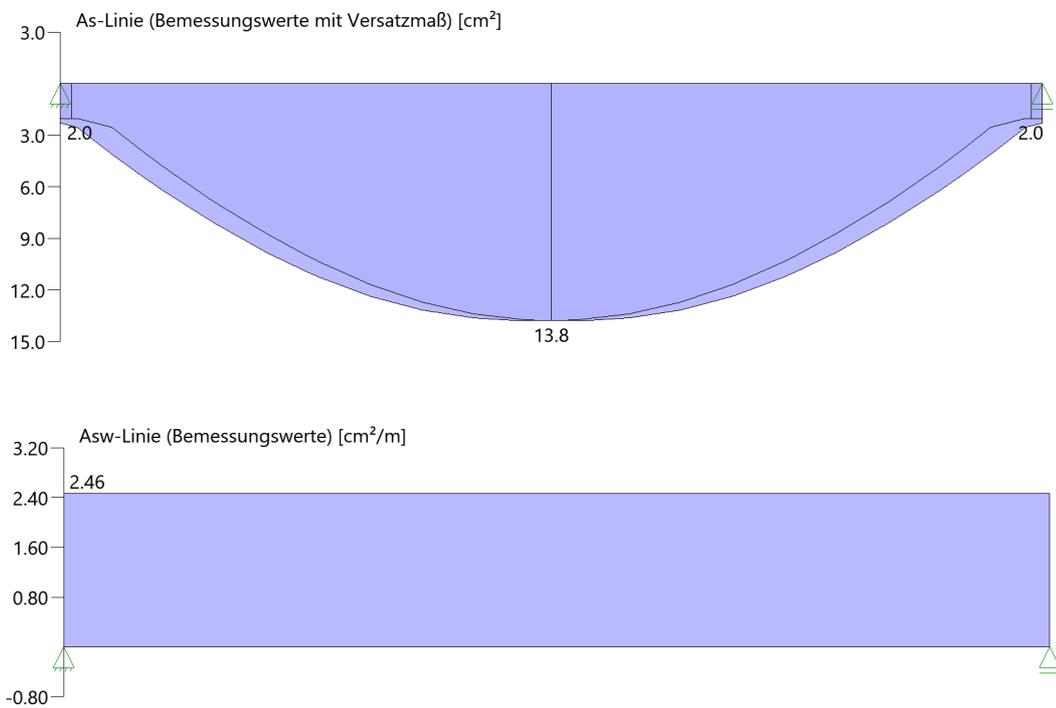
Spannungsbegrenzung

Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

Nachweis der Rissbreite: XC1/X0-- > zul wk = 0.40 mm
nach EN2 7.2(3) $s_C = 0.45 \cdot f_{ck} = 11.25 \text{ N/mm}^2$

Feld	x [m]	M_y [kNm]	A_{su} [cm ²]	A_{so} [cm ²]	$\sigma_S(t=\infty)$ [N/mm ²]	$\sigma_C(t=0)$ [N/mm ²]	vorh ds [mm]	zul ds [mm]	Lfk
Feld 1	3.32	191.15	24.5	12.6	176.94	-9.34	25	100	4
	3.51	191.68	24.5	12.6	177.43	-9.36	25	100	4
	3.69	191.15	24.5	12.6	176.94	-9.34	25	100	4

As-Deckungslinien



Biegebewehrung unten

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,unten}$ [cm ²]	$\Sigma A_{s,vorh.,unten}$ [cm ²]	Summe [cm ²]	$A_{s,vorh.,unten}$ [Anz. Ø mm]
0,00	0,19	0,19	13,8	24,5	24,5	5Ø25
0,00	7,12	7,12	13,8	0,0	24,5	

Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,oben}$ [cm ²]	$\Sigma A_{s,vorh.,oben}$ [cm ²]	Summe [cm ²]	$A_{s,vorh.,oben}$ [Anz. Ø mm]
0,00	0,15	0,15	0,0	12,6	12,6	4Ø20
5,14	0,09	-5,05	0,0	12,6	12,6	4Ø20

Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [Anz. Ø mm / cm]
0,08	2,48	2,40	2,5	10,5	Ø10/15
3,20	5,45	2,25	2,5	10,5	Ø10/15
6,34	6,94	0,60	2,5	10,5	Ø10/15

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x Einwirkung [m]	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00 ständig Kat. B: Bürogebäude Schnee H < 1000 m	107.7	107.7 5.6 7.7		
2	7.01 ständig Kat. B: Bürogebäude Schnee H < 1000 m	107.7	107.7 5.6 7.7		

Maßgebliche Kombinationen

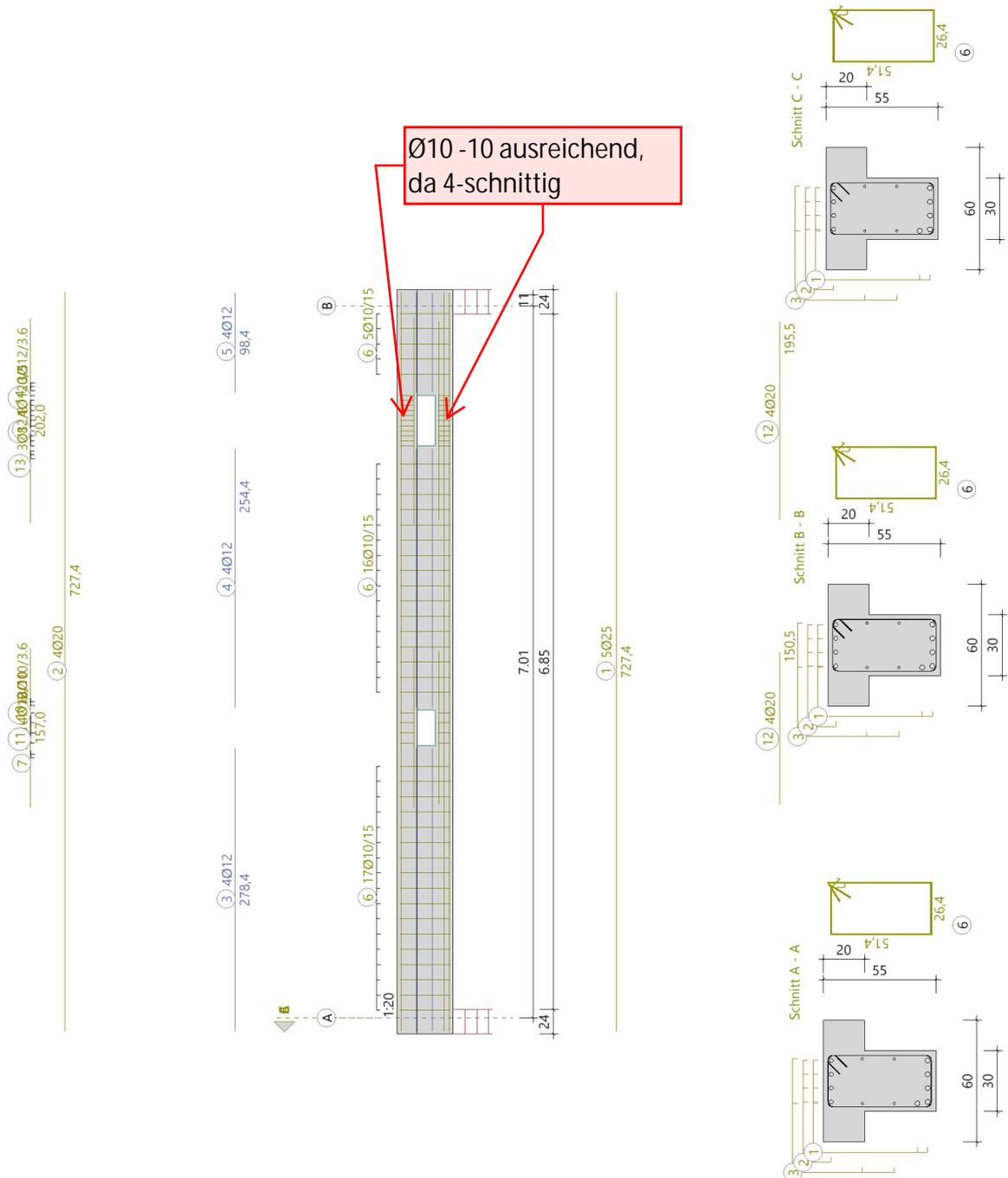
In der folgende Tabelle sind die Lasten mit der internen Nummer angegeben. Die anschließende Tabelle der maßgeblichen Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

generierte Last	Feld	Ewg	orig. Last	W1	W2	A [m]	L [m]
L 1	*	ständig	1	15.70	15.70	0.00	7.01
L 2	*	ständig	2	9.40	9.40	0.00	7.01
L 3	1	Kat. B	3	1.60	1.60	0.00	7.01
L 4	1	Schnee	4	2.20	2.20	0.00	7.01

gen. Last	Lk 1	Lk 3	Lk 4
L 1	1.35	1.00	1.00
L 2	1.35	1.00	1.00
L 3	1.05	0.70	0.30
L 4	1.50	1.00	
Eigengewicht	1.35	1.00	1.00

Bewehrung

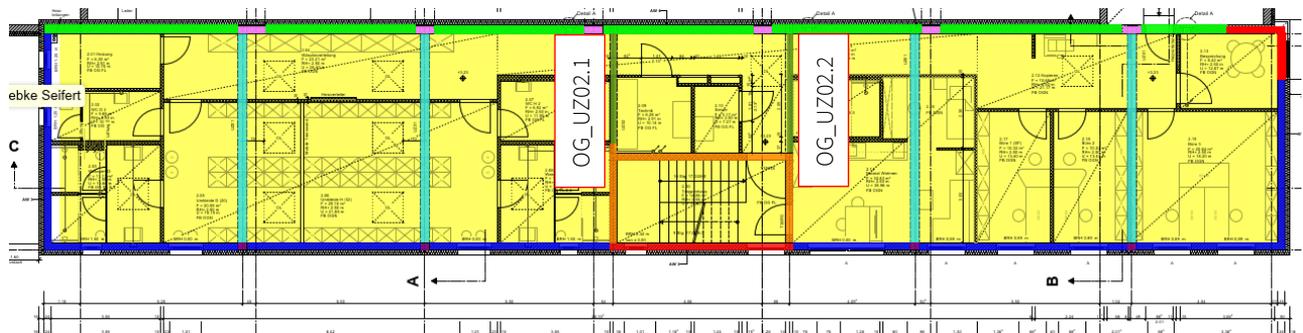
Bewehrung



3.2.3 Pos. OG_UZ02: Nebenunterzüge OG

Die Pos. OG_UZ02 bezeichnet die Nebenunterzüge der Decke über OG mit einer lichten Weite von 3,91 m. Der Nachweis der Unterzüge erfolgt grundsätzlich als Rippen im Deckenmodell Pos. OG_DE01 unter Berücksichtigung der Steifigkeiten. Rissweiten und Verformungen werden dabei anhand der eingelegten Bewehrung nichtlinear im Zustand II berechnet. Die nachfolgende Bemessung in Frilo erfolgt unter Berücksichtigung der Durchbrüche in den Unterzügen. Die darin angegebene Bewehrung inkl. Zulagen ist zu berücksichtigen. Die Bewehrung der Unterzüge wird in die angrenzenden Treppenwände weitergeführt.

Auszug Architekturplan



Geometrie/Material

Stahlbeton	C25/30 XC1, WO
Betonstahl	B500
Abmessungen Decke	h = 20 cm
Abmessungen UZ	b = 24 cm / h = 55cm (inkl. Decke)
Spannweite	l = 3,91 m
Betondeckung	c _{nom} = 2,0 cm (unten+seitlich), c _{nom} = 3,5 cm (oben)
Bewehrung	siehe Frilo-Ausdruckprotokolle der jeweiligen Positionen

Lastannahmen

Ständige Lasten:

Eigenlasten programmintern	Wichte Stahlbeton 25 kN/m ³
Ausbau	siehe Pos. OG_DE01

Veränderliche Lasten:

Nutzlasten	siehe Pos. OG_DE01
------------	--------------------

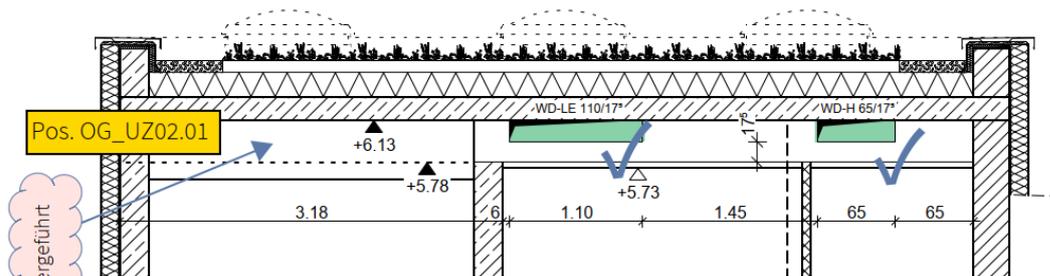
Bemessung

Der Nachweis der Unterzüge erfolgt mit der Bemessung der zugehörigen Decke. Alle GZT und GZG Nachweise sind im Dlubal-Ausdruckprotokoll Pos. OG_DE01 zu finden. Für die Bewehrungsführung sind die Angaben der Frilo-Bemessung unter Berücksichtigung der Durchbrüche maßgebend.

Dafür erfolgt eine zusätzliche Differenzierung der Unterzugspositionen.

Pos. OG_UZ02.01 in Achse 6

Einflusslänge $a = (6,14 \text{ m} / 2 + 5,74 \text{ m} / 2) \times 0,5 = 2,97 \text{ m}$

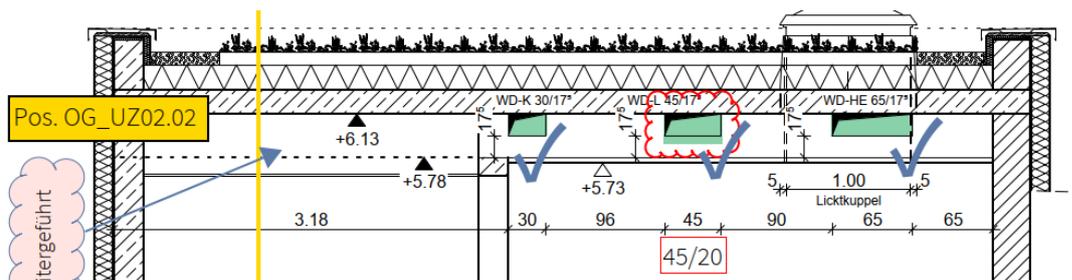


Lasten

Eigengewicht Stb.-Decke	$25 \text{ kN/m}^3 \times 0,2 \text{ m} \times 2,97 \text{ m} \times 1,1 =$	$g_k =$	16,0	kN/m
Ausbauast	$3,0 \text{ kN/m}^2 \times 2,97 \text{ m} \times 1,1 =$	$g_k =$	9,8	kN/m
Nutzlast aus Decke	$0,5 \text{ kN/m}^2 \times 2,97 \text{ m} \times 1,1 =$	$g_k =$	1,6	kN/m
Schneelast	$0,7 \text{ kN/m}^2 \times 2,97 \text{ m} \times 1,1 =$	$g_k =$	2,3	kN/m

Pos. OG_UZ02.02 in Achse 7

Einflusslänge $a = (5,74 \text{ m} / 2 + 4,095 \text{ m} / 2) \times 0,5 = 2,46 \text{ m}$



Lasten

Eigengewicht Stb.-Decke	$25 \text{ kN/m}^3 \times 0,2 \text{ m} \times 2,46 \text{ m} \times 1,1 =$	$g_k =$	13,5	kN/m
Ausbauast	$3,0 \text{ kN/m}^2 \times 2,46 \text{ m} \times 1,1 =$	$g_k =$	8,1	kN/m
Nutzlast aus Decke	$0,5 \text{ kN/m}^2 \times 2,46 \text{ m} \times 1,1 =$	$g_k =$	1,4	kN/m
Schneelast	$0,7 \text{ kN/m}^2 \times 2,46 \text{ m} \times 1,1 =$	$g_k =$	1,9	kN/m

Pos. OG_UZ02.01: Achse 6 mit Durchbrüchen

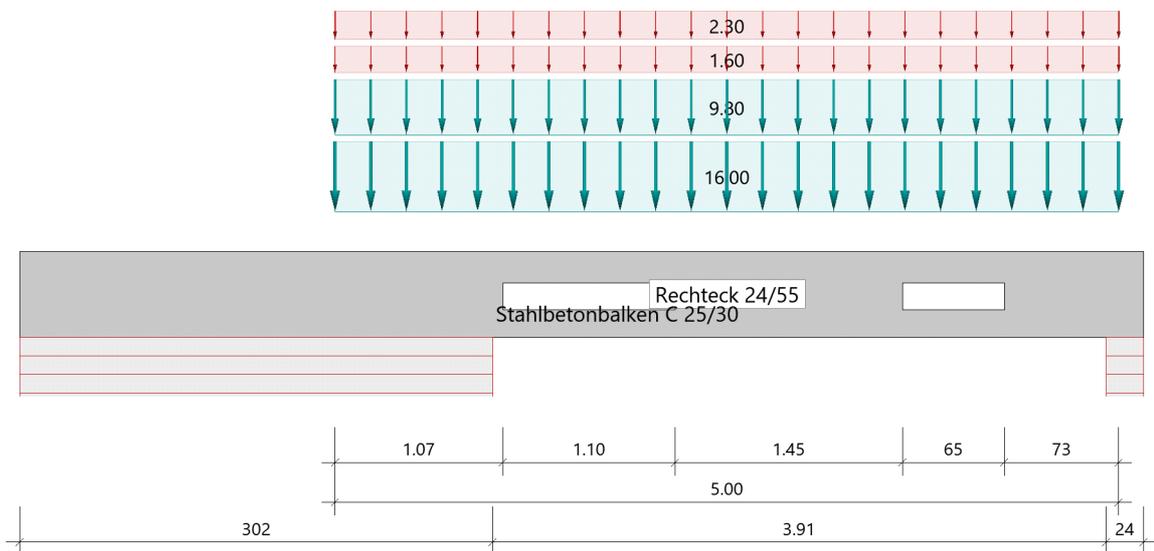
Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/23C (FRILO R-2023-2/P04)

Grundparameter

Stahlbetonbalken $E = 31000 \text{ N/mm}^2$
 DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System

Systembild



Material

Materialauswahl

Beton C 25/30	$f_{ck} = 25.00 \text{ N/mm}^2$	$E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$
Betonstahl B500A	$f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$	$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$
	$k(f_t/f_y) = 1.05$	$\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$ (Bügel und Längsbewehrung)

Geometrie

Querschnitte

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			24.0	55.0		

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen ^{*)}		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	5.00	-1	-1	0.0	0.0	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Aussparungen

Art	Bezug	Feld	Abstand [m]	uk [cm]	h [cm]	L [cm]	
Rechteck	vom Auflager	Feld 1	1.07	Vorderkante	17.5	17.5	110.0
Rechteck	vom Auflager	Feld 1	3.62	Vorderkante	17.5	17.5	65.0

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		5.00		16.00		Nein	ständig		
	2	GL		5.00		9.80		Nein	ständig		
	3	GL		5.00		1.60		Ja	Kat. B		
	4	GL		5.00		2.30		Ja	Schnee		

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast

Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)

A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger

EG : Lasteinwirkung

Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe

Alt : Alternativgruppe

- Last 1: Decke g
- Last 2: Ausbau
- Last 3: Ausbau
- Last 4: Ausbau

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 1650 kg mit $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Kat. B: Bürogebäude	0.70	0.50	0.30		1.50
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.50

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{Fi} = 1.0$ Tab. B3

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	X0
Bewehrungskorrosion	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 10$ mm
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 12$ mm
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10$ mm
Bügel	$c_{min,b} = 10$ mm *5
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20$ mm *5
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 12$ mm *5
Betondeckung	$c_{nom,l} = 30$ mm *1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 20$ mm
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40$ mm

*1: mit $c_{min,b}$

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

wirksame Bauteildicke	$h_0 = 17.7$ cm	
Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25$ N/mm ²	
Belastungsalter	$t_0 = 28$ Tage	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.71$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.50$ ‰	

Betondeckung

Betondeckung unten = 2.0 cm oben = 2.0 cm
 links = 2.0 cm rechts = 2.0 cm
 Bewehrungslagen unten = 4.0 cm oben = 3.8 cm
 Abminderung der Stützmomente $\leq 15\%$

Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze $k_x < .45$ wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal $\cot(\Theta)/2$.

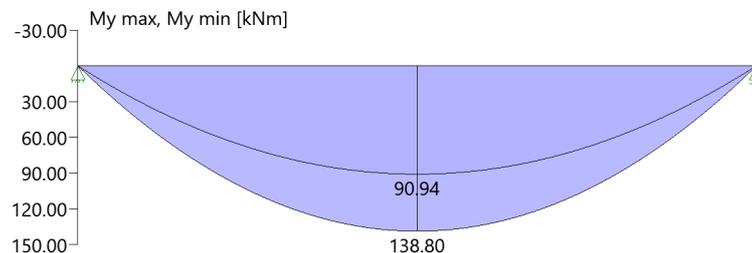
Auflagerbedingungen

- Lager Nr. 1 direkt Mauerwerk $b = 302.0$ cm
- Lager Nr. 2 direkt Mauerwerk $b = 24.0$ cm

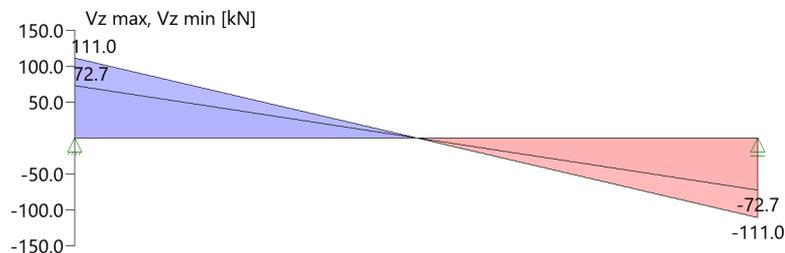
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	x [m]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{z,Ed}$ [kN]	Lk
Feld 1	0.001	0.11	111.0	1
	1.01	89.27	66.3	1
	1.52	117.32	43.7	1
	2.03	133.82	21.0	1
	2.50	138.80	0.0	1
	3.90	95.27	-62.2	1
	4.41	57.78	-84.8	1
	4.92	8.74	-107.5	1
	5.00	0.11	-111.0	1

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min M_u [kNm]	erf A_{su} [cm ²]	min M_o [kNm]	erf A_{so} [cm ²]
24.0/55.0	31.04	1.4	-31.04	1.3

Plattenbreite wurde für die Berechnung von M_y auf $3 \cdot b_0$ begrenzt.

Feldbewehrung

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	M_{yd} [kNm]	min M_{yd} [kNm]	d [cm]	k_x	A_{su} [cm ²]	A_{so} [cm ²]	Lk
1	2.50	2.50	138.80	138.80	51.0	0.21	6.7	0.0	1
	4.72	4.72	29.35	29.35	51.2	0.06	1.4	0.0 ¹	1

Am ersten Auflager sind mindestens 2.4 cm² zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 3.7 cm² zu verankern.

Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{z,Ed} \cdot \cot(\Theta) / 2$ berücksichtigt.

¹ : Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-9.2.1.1 (1)

Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		x _{rel} [m]	x [m]	kz	VEd [kN]	θ [°]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm ² /m]	Lk
1	rechts	1.01	1.01	0.88	66.3	18.4	53.3	344.3	VRd,max > VEd		
	rechts	1.52	1.52	0.88	43.7	18.4	53.3	344.3	30.0	1.97 ¹	1
	*	2.03	2.03	0.88	21.0	18.4	53.3	344.3	30.0	1.97 ¹	1
2	links	0.08	4.92	0.88	-107.5	18.4	53.3	344.3	VRd,max > VEd		
	links	0.59	4.41	0.88	-84.8	18.4	53.3	344.3	30.0	1.97 ¹	1
	*	1.10	3.90	0.88	-62.2	18.4	53.3	344.3	30.0	1.97 ¹	1

* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie

Der max. Bügelabstand wird mit $\theta \geq 40^\circ$ ermittelt (Heft 525 DAfStb).

1 : Mindestbügelbewehrung

Aussparungen

Aussparung Nr 1

in Feld 1, Länge/Höhe=110/17,5 cm Nachweis nach Heft 399 DAfStB S.43 ff

Abstand bis Achse

a = 1.62 m

Abstand der Gurte

z = 36.3 cm

Myd = 121.60 kNm	Ved = 39.1 kN	(max M / zug V)
Myd = 79.67 kNm	Ved = 25.6 kN	(min M / zug V)
Myd = 121.60 kNm	Ved = 39.1 kN	(max V / zug Q)

Druckgurt oben :

d0 = 20.0 cm

d1 = 3.8 cm

Myd = 15.06 kNm

Ved = 27.4 kN

Nd = -335.4 kN

VRd,c = 25.3 kN

VRd,max = 97.6 kN

Theta = 20.513

erf As1 = erf As2 = 0.6 cm²

erf asB = 1.97 cm²/m

Zuggurt unten :

d0 = 17.5 cm

d1 = 4.0 cm

Myd = 6.46 kNm

Ved = 11.7 kN

Nd = 335.4 kN

VRd,c = -9.5 kN

VRd,max = 117.0 kN

Theta = 45.000

erf As1 = erf As2 = 4.8 cm²

erf asB = 2.94 cm²/m

Aufhängebewehrung

ZQ_1 = 38.9 kN

erf Asv,li = 0.9 cm²

ZQ_2 = 83.6 kN

erf Asv,re = 1.9 cm²

nach Leonhardt mindestens für 0,8 * max Q bemessen:

ZQ_3 = 31.3 kN

erf Asv = 0.7 cm²

Aussparung Nr 2

in Feld 1, Länge/Höhe=65/17,5 cm Nachweis nach Heft 399 DAfStB S.43 ff

Abstand bis Achse

$a = 3.95 \text{ m}$

Abstand der Gurte

$z = 36.3 \text{ cm}$

$M_{yd} = 92.43 \text{ kNm}$	$V_{ed} = 64.2 \text{ kN}$	(max M / zug V)
$M_{yd} = 60.56 \text{ kNm}$	$V_{ed} = 42.1 \text{ kN}$	(min M / zug V)
$M_{yd} = 92.43 \text{ kNm}$	$V_{ed} = 64.2 \text{ kN}$	(max V / zug Q)

Druckgurt oben :

$d_0 = 20.0 \text{ cm}$

$d_1 = 3.8 \text{ cm}$

$M_{yd} = 14.61 \text{ kNm}$

$V_{ed} = 45.0 \text{ kN}$

$N_d = -255.0 \text{ kN}$

$VR_{d,c} = 24.2 \text{ kN}$

$VR_{d,max} = 109.7 \text{ kN}$

Theta = 23.768

erf As1 = erf As2 = 0.4 cm²

erf asB = 3.90 cm²/m

Zuggurt unten :

$d_0 = 17.5 \text{ cm}$

$d_1 = 4.0 \text{ cm}$

$M_{yd} = 6.26 \text{ kNm}$

$V_{ed} = 19.3 \text{ kN}$

$N_d = 255.0 \text{ kN}$

$VR_{d,c} = -3.5 \text{ kN}$

$VR_{d,max} = 117.0 \text{ kN}$

Theta = 45.000

erf As1 = erf As2 = 3.8 cm²

erf asB = 4.83 cm²/m

Aufhängebewehrung

$ZQ_1 = 99.5 \text{ kN}$

erf Asv,li = 2.3 cm²

$ZQ_2 = 45.6 \text{ kN}$

erf Asv,re = 1.0 cm²

nach Leonhardt mindestens für 0,8 * max Q bemessen:

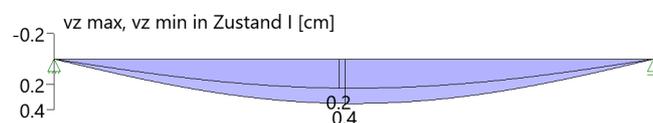
$ZQ_3 = 51.3 \text{ kN}$

erf Asv = 1.2 cm²

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	2.50	0.0	0.3	3

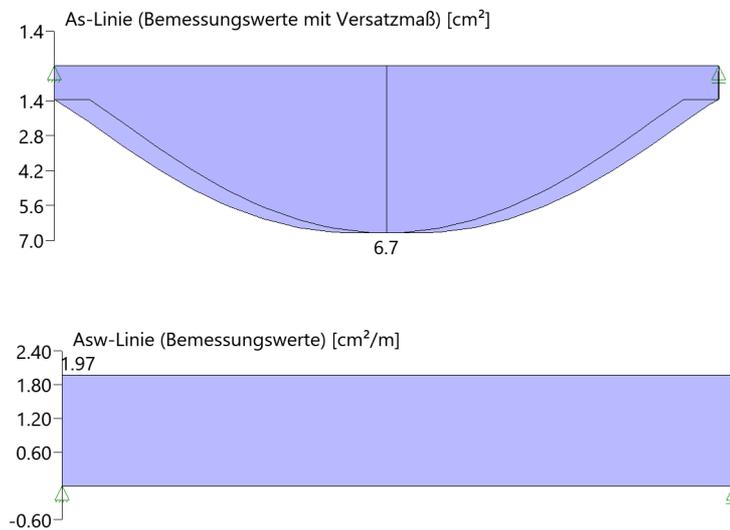
Spannungsbegrenzung

Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

Nachweis der Rissbreite: XC1/X0 --> zul wk = 0.40 mm
nach EN2 7.2(3) $sC = 0.45 \cdot f_{ck} = 11.25 \text{ N/mm}^2$

Feld	x [m]	My [kNm]	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]	$\sigma_S(t=\infty)$ [N/mm ²]	$\sigma_C(t=0)$ [N/mm ²]	vorh ds [mm]	zul ds [mm]	Lfk
Feld 1	2.11	90.13	9.4	6.0	211.02	-10.60	20	71	4
	2.50	92.44	9.4	6.0	216.41	-10.90	20	68	4
	2.89	90.13	9.4	6.0	211.02	-10.60	20	71	4

As-Deckungslinien



Biegebewehrung unten

von [m]	bis [m]	Länge [m]	As,erf.,unten [cm ²]	$\Sigma A_{s,vorh.,unten}$ [cm ²]	Summe [cm ²]	As,vorh.,unten [Anz. Ø mm]
0,03	5,00	4,97	6,7	9,4	9,4	3Ø20
0,03	5,13	5,10	6,7	0,0	9,4	

Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	As,erf.,oben [cm ²]	$\Sigma A_{s,vorh.,oben}$ [cm ²]	Summe [cm ²]	As,vorh.,oben [Anz. Ø mm]
0,03	3,13	3,10	0,0	6,0	6,0	3Ø16
3,13	5,00	1,87	0,0	6,0	6,0	3Ø16

Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [Anz. Ø mm / cm]
2,45	3,35	0,90	2,0	5,2	Ø10/30
4,55	4,85	0,30	2,0	5,2	Ø10/30

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x Einwirkung [m]	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00 ständig Kat. B: Bürogebäude Schnee H < 1000 m	72.7	72.7 4.0 5.7		
2	5.00 ständig Kat. B: Bürogebäude Schnee H < 1000 m	72.7	72.7 4.0 5.7		

Maßgebliche Kombinationen

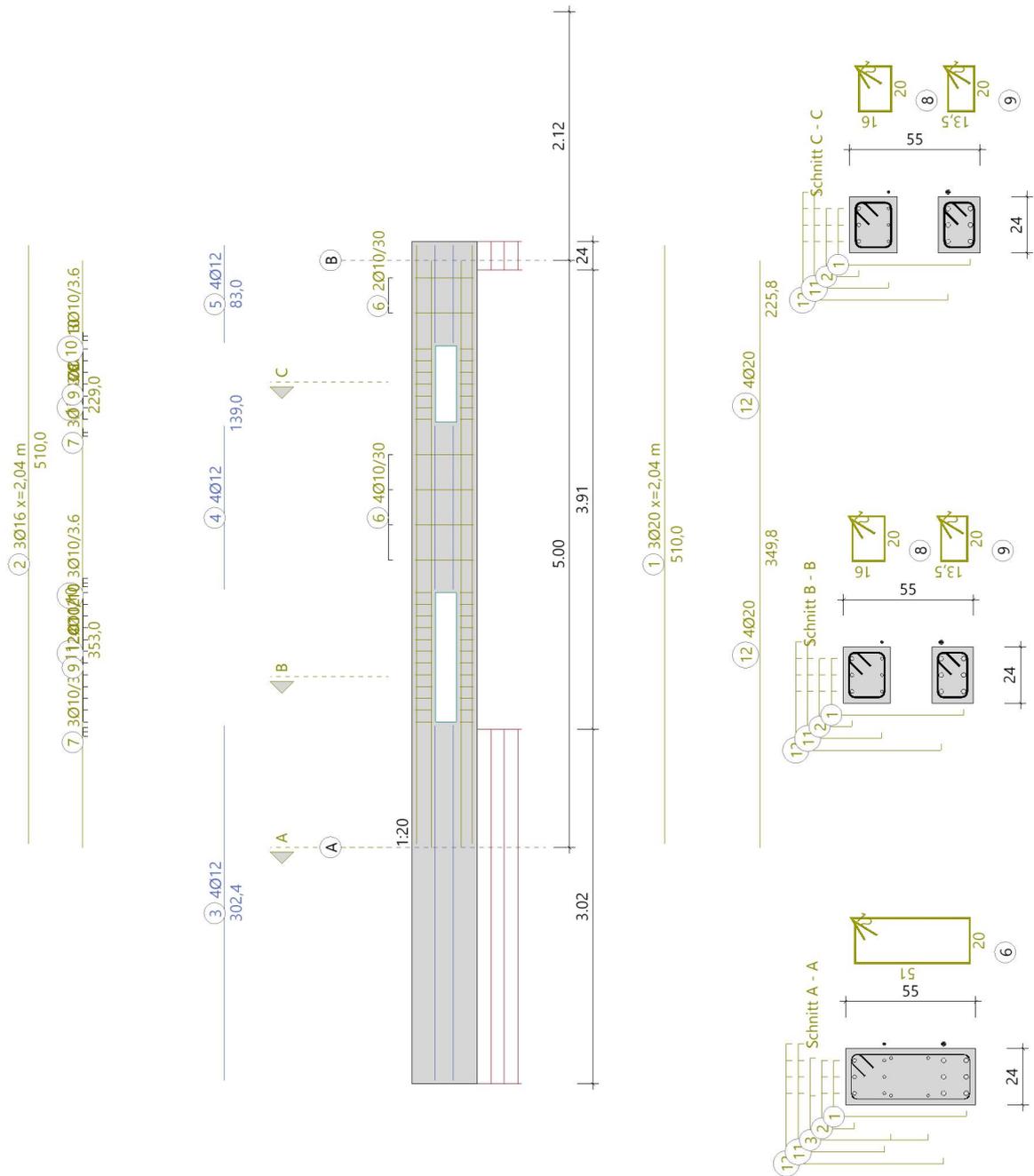
In der folgende Tabelle sind die Lasten mit der internen Nummer angegeben. Die anschließende Tabelle der maßgeblichen Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

generierte Last	Feld	Ewg	orig. Last	W1	W2	A [m]	L [m]
L 1	*	ständig	1	16.00	16.00	0.00	5.00
L 2	*	ständig	2	9.80	9.80	0.00	5.00
L 3	1	Kat. B	3	1.60	1.60	0.00	5.00
L 4	1	Schnee	4	2.30	2.30	0.00	5.00

gen. Last	Lk 1	Lk 3	Lk 4
L 1	1.35	1.00	1.00
L 2	1.35	1.00	1.00
L 3	1.05	0.70	0.30
L 4	1.50	1.00	
Eigengewicht	1.35	1.00	1.00

Bewehrung

Bewehrung



Pos. OG_UZ02.02: Achse 7 Durchbrüche in Unterzügen Achse 7

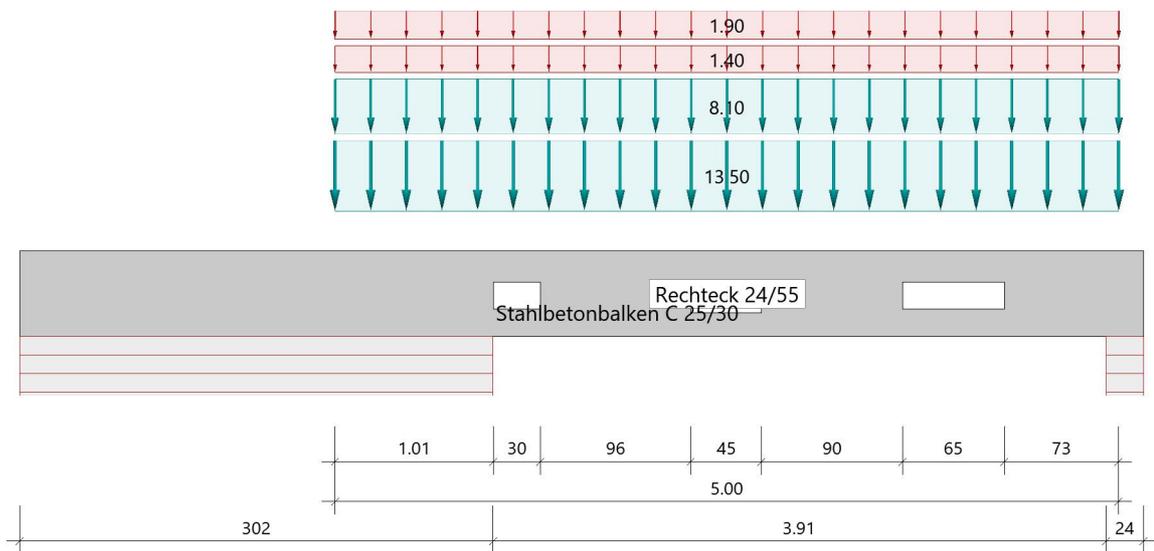
Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/23C (FRILO R-2023-2/P04)

Grundparameter

Stahlbetonbalken $E = 31000 \text{ N/mm}^2$
 DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System

Systembild



Material

Materialauswahl

Beton C 25/30	$f_{ck} = 25.00 \text{ N/mm}^2$	$E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$
Betonstahl B500A	$f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$	$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$
	$k(f_t/f_y) = 1.05$	$\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$ (Bügel und Längsbewehrung)

Geometrie

Querschnitte

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			24.0	55.0		

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen ^{*)}		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	5.00	-1	-1	0.0	0.0	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Aussparungen

Art	Bezug	Feld	Abstand [m]	uk [cm]	h [cm]	L [cm]
Rechteck	vom Auflager	Feld 1	1.01 Vorderkante	17.5	17.5	30.0
Rechteck	vom Auflager	Feld 1	2.27 Vorderkante	15.0	20.0	45.0
Rechteck	vom Auflager	Feld 1	3.62 Vorderkante	17.5	17.5	65.0

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		5.00		13.50		Nein	ständig		
	2	GL		5.00		8.10		Nein	ständig		
	3	GL		5.00		1.40		Ja	Kat. B		
	4	GL		5.00		1.90		Ja	Schnee		

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast

Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)

A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger

EG : Lasteinwirkung

Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe

Alt : Alternativgruppe

- Last 1: Decke g
- Last 2: Ausbau
- Last 3: Ausbau
- Last 4: Ausbau

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 1650 kg mit Gamma = 25.00 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Kat. B: Bürogebäude	0.70	0.50	0.30		1.50
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.50

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{Fi} = 1.0$ Tab. B3

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	X0
Bewehrungskorrosion	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 8$ mm
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 12$ mm
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10$ mm
Bügel	$c_{min,b} = 10$ mm
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20$ mm
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 12$ mm *5
Betondeckung	$c_{nom,l} = 28$ mm *1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 20$ mm
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40$ mm

*1: mit $c_{min,b}$

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

wirksame Bauteildicke	$h_0 = 19.4$ cm	
Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25$ N/mm ²	
Belastungsalter	$t_0 = 28$ Tage	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.71$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.50$ ‰	

Betondeckung

Betondeckung unten = 2.0 cm oben = 2.0 cm
 links = 2.0 cm rechts = 2.0 cm
 Bewehrungslagen unten = 3.8 cm oben = 3.6 cm
 Abminderung der Stützmomente $\leq 15\%$

Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze $k_x < .45$ wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal $\cot(\Theta)/2$.

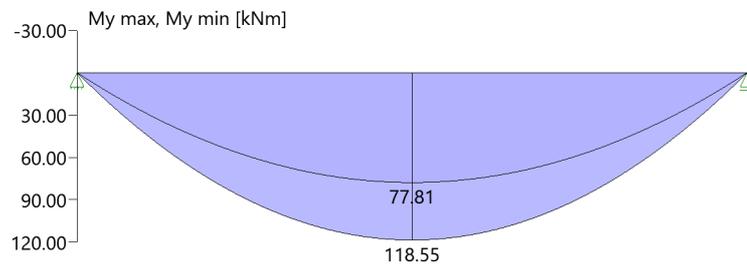
Auflagerbedingungen

- Lager Nr. 1 direkt Mauerwerk $b = 302.0$ cm
- Lager Nr. 2 direkt Mauerwerk $b = 24.0$ cm

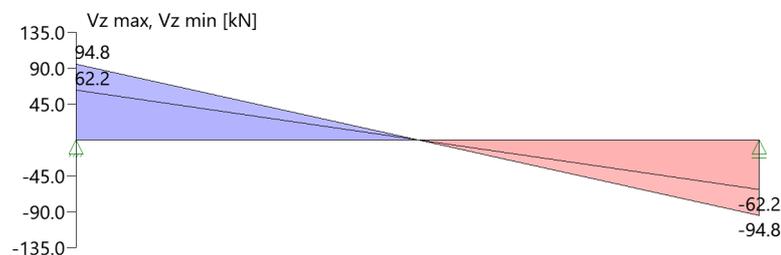
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	x [m]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{z,Ed}$ [kN]	Lk
Feld 1	0.001	0.09	94.8	1
	1.01	76.25	56.6	1
	1.52	100.28	37.2	1
	2.03	114.37	17.8	1
	2.50	118.55	0.0	1
	3.90	81.58	-53.0	1
	4.41	49.50	-72.4	1
	4.92	7.47	-91.8	1
	5.00	0.09	-94.8	1

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min M_u [kNm]	erf A_{su} [cm ²]	min M_o [kNm]	erf A_{so} [cm ²]
24.0/55.0	31.04	1.3	-31.04	1.3

Plattenbreite wurde für die Berechnung von W_y auf $3 \cdot b_0$ begrenzt.

Feldbewehrung

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	M_{yd} [kNm]	min M_{yd} [kNm]	d [cm]	k_x	A_{su} [cm ²]	A_{so} [cm ²]	Lk
1	2.50	2.50	118.55	118.55	51.2	0.18	5.6	0.0	1
	4.72	4.72	25.07	25.07	51.4	0.05	1.3	0.0 ¹	1

Am ersten Auflager sind mindestens 2.4 cm² zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 3.2 cm² zu verankern.

Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{z,Ed} \cdot \cot(\Theta) / 2$ berücksichtigt.

¹ : Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-9.2.1.1 (1)

Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		Xrel [m]	x [m]	kz	VEd [kN]	θ [°]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm ² /m]	Lk
1	rechts	1.01	1.01	0.89	56.6	18.4	53.4	348.8	VRd,max > VEd		
	rechts	1.52	1.52	0.89	37.2	18.4	53.4	348.8	30.0	1.97 ¹	1
	*	2.03	2.03	0.89	17.8	18.4	53.4	348.8	30.0	1.97 ¹	1
2	links	0.08	4.92	0.89	-91.8	18.4	53.4	348.8	VRd,max > VEd		
	links	0.59	4.41	0.89	-72.4	18.4	53.4	348.8	30.0	1.97 ¹	1
	*	1.10	3.90	0.89	-53.0	18.4	53.4	348.8	30.0	1.97 ¹	1

* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie

Der max. Bügelabstand wird mit $\theta \geq 40^\circ$ ermittelt (Heft 525 DAfStb).

1 : Mindestbügelbewehrung

Aussparungen

Aussparung Nr 1

in Feld 1, Länge/Höhe=30/17,5 cm Nachweis nach Heft 399 DAfStB S.43 ff

Abstand bis Achse a = 1.16 m

Abstand der Gurte z = 36.3 cm

Der lichte Abstand zwischen den Aussparungen ist zu klein!

Myd = 84.49 kNm Ved = 50.9 kN (max M / zug V)

Myd = 55.46 kNm Ved = 33.4 kN (min M / zug V)

Myd = 84.49 kNm Ved = 50.8 kN (max V / zug Q)

Druckgurt oben :

d0 = 20.0 cm d1 = 3.6 cm

Myd = 5.34 kNm Ved = 35.6 kN

Nd = -233.1 kN VRd,c = 24.1 kN

VRd,max = 103.7 kN

Theta = 21.780

erf As1 = erf As2 = 0.4 cm² erf asB = 2.77 cm²/m

Zuggurt unten :

d0 = 17.5 cm d1 = 3.8 cm

Myd = 2.29 kNm Ved = 15.3 kN

Nd = 233.1 kN VRd,c = -3.5 kN

VRd,max = 118.8 kN

Theta = 45.000

erf As1 = erf As2 = 2.9 cm² erf asB = 3.77 cm²/m

Aufhängebewehrung

ZQ_1 = 24.9 kN erf Asv,li = 0.6 cm²ZQ_2 = 55.5 kN erf Asv,re = 1.3 cm²

nach Leonhardt mindestens für 0,8 * max Q bemessen:

ZQ_3 = 40.7 kN erf Asv = 0.9 cm²

Aussparung Nr 2

in Feld 1, Länge/Höhe=45/20 cm Nachweis nach Heft 399 DAfStB S.43 ff

Abstand bis Achse $a = 2.50 \text{ m}$ Abstand der Gurte $z = 37.5 \text{ cm}$

Der lichte Abstand zwischen den Aussparungen ist zu klein!

$Myd = 118.55 \text{ kNm}$	$Ved = 0.2 \text{ kN}$	(max M / zug V)
$Myd = 77.81 \text{ kNm}$	$Ved = 0.1 \text{ kN}$	(min M / zug V)
$Myd = 118.55 \text{ kNm}$	$Ved = 0.2 \text{ kN}$	(max V / zug Q)

Druckgurt oben :

$d0 = 20.0 \text{ cm}$	$d1 = 3.6 \text{ cm}$
$Myd = 0.04 \text{ kNm}$	$Ved = 0.2 \text{ kN}$
$Nd = -316.1 \text{ kN}$	$VRd,c = 25.3 \text{ kN}$
	$VRd,max = 90.3 \text{ kN}$
	$\Theta = 18.435$
$erf As1 = erf As2 = 0.5 \text{ cm}^2$	$erf asB = 1.97 \text{ cm}^2/\text{m}$

Zuggurt unten :

$d0 = 15.0 \text{ cm}$	$d1 = 3.8 \text{ cm}$
$Myd = 0.02 \text{ kNm}$	$Ved = 0.1 \text{ kN}$
$Nd = 316.1 \text{ kN}$	$VRd,c = -11.2 \text{ kN}$
	$VRd,max = 89.5 \text{ kN}$
	$\Theta = 45.000$
$erf As1 = erf As2 = 3.5 \text{ cm}^2$	$erf asB = 1.97 \text{ cm}^2/\text{m}$

Aufhängebewehrung

$ZQ_1 = 0.1 \text{ kN}$	$erf Asv,li = 0.0 \text{ cm}^2$
$ZQ_2 = 0.3 \text{ kN}$	$erf Asv,re = 0.01 \text{ cm}^2$

nach Leonhardt mindestens für $0,8 \cdot \max Q$ bemessen:

$ZQ_3 = 0.2 \text{ kN}$	$erf Asv = 0.0 \text{ cm}^2$
-------------------------	------------------------------

Aussparung Nr 3

in Feld 1, Länge/Höhe=65/17,5 cm Nachweis nach Heft 399 DAfStB S.43 ff

Abstand bis Achse $a = 3.95 \text{ m}$ Abstand der Gurte $z = 36.3 \text{ cm}$

Der lichte Abstand zwischen den Aussparungen ist zu klein!

$M_{yd} = 78.94 \text{ kNm}$	$V_{ed} = 54.9 \text{ kN}$	(max M / zug V)
$M_{yd} = 51.82 \text{ kNm}$	$V_{ed} = 36.0 \text{ kN}$	(min M / zug V)
$M_{yd} = 78.94 \text{ kNm}$	$V_{ed} = 54.8 \text{ kN}$	(max V / zug Q)

Druckgurt oben :

 $d_0 = 20.0 \text{ cm}$ $d_1 = 3.6 \text{ cm}$ $M_{yd} = 12.48 \text{ kNm}$ $V_{ed} = 38.4 \text{ kN}$ $N_d = -217.8 \text{ kN}$ $VR_{d,c} = 23.9 \text{ kN}$ $VR_{d,max} = 106.3 \text{ kN}$

Theta = 22.451

erf $A_{s1} = \text{erf } A_{s2} = 0.4 \text{ cm}^2$ erf $a_{sB} = 3.09 \text{ cm}^2/\text{m}$

Zuggurt unten :

 $d_0 = 17.5 \text{ cm}$ $d_1 = 3.8 \text{ cm}$ $M_{yd} = 5.35 \text{ kNm}$ $V_{ed} = 16.5 \text{ kN}$ $N_d = 217.8 \text{ kN}$ $VR_{d,c} = -1.4 \text{ kN}$ $VR_{d,max} = 118.8 \text{ kN}$

Theta = 45.000

erf $A_{s1} = \text{erf } A_{s2} = 3.2 \text{ cm}^2$ erf $a_{sB} = 4.06 \text{ cm}^2/\text{m}$

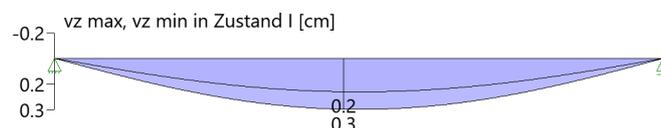
Aufhängebewehrung

 $ZQ_1 = 85.0 \text{ kN}$ erf $A_{sv,li} = 2.0 \text{ cm}^2$ $ZQ_2 = 38.9 \text{ kN}$ erf $A_{sv,re} = 0.9 \text{ cm}^2$ nach Leonhardt mindestens für $0,8 \cdot \max Q$ bemessen: $ZQ_3 = 43.9 \text{ kN}$ erf $A_{sv} = 1.0 \text{ cm}^2$

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	2.50	0.0	0.2	3

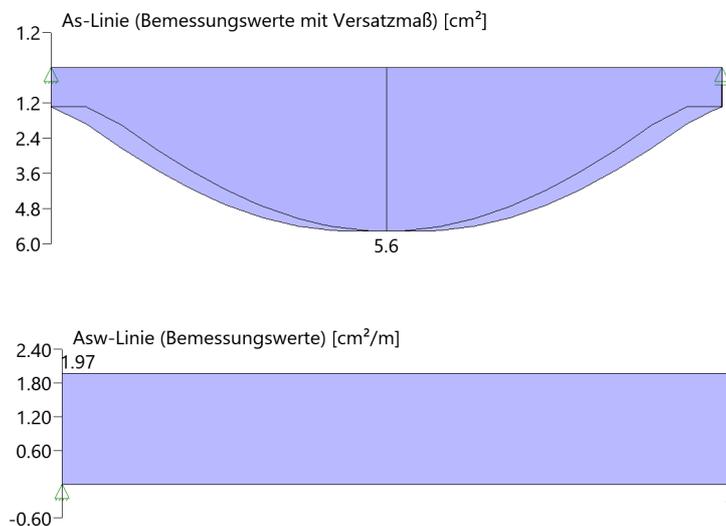
Spannungsbegrenzung

Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

Nachweis der Rissbreite: XC1/X0-- > zul wk = 0.40 mm
nach EN2 7.2(3) $sC = 0.45 \cdot f_{ck} = 11.25 \text{ N/mm}^2$

Feld	x [m]	M_y [kNm]	A_{su} [cm ²]	A_{so} [cm ²]	$\sigma_S(t=\infty)$ [N/mm ²]	$\sigma_C(t=0)$ [N/mm ²]	vorh ds [mm]	zul ds [mm]	Lfk
Feld 1	2.11	77.15	9.4	6.0	179.56	-9.02	20	91	4
	2.50	79.12	9.4	6.0	184.15	-9.25	20	88	4
	2.89	77.15	9.4	6.0	179.56	-9.02	20	91	4

As-Deckungslinien



Biegebewehrung unten

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,unten}$ [cm ²]	$\Sigma A_{s,vorh.,unten}$ [cm ²]	Summe [cm ²]	$A_{s,vorh.,unten}$ [Anz. Ø mm]
0,03	5,00	4,97	5,6	9,4	9,4	3Ø20
0,03	5,13	5,10	5,6	0,0	9,4	

Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,oben}$ [cm ²]	$\Sigma A_{s,vorh.,oben}$ [cm ²]	Summe [cm ²]	$A_{s,vorh.,oben}$ [Anz. Ø mm]
0,03	3,13	3,10	0,0	6,0	6,0	3Ø16
3,13	5,00	1,87	0,0	6,0	6,0	3Ø16

Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [Anz. Ø mm / cm]
1,49	2,09	0,60	2,0	5,2	Ø10/30
2,87	3,47	0,60	2,0	5,2	Ø10/30
4,55	4,85	0,30	2,0	5,2	Ø10/30
4,55	4,85	0,30	2,0	5,2	Ø10/30

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x Einwirkung [m]	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00 ständig Kat. B: Bürogebäude Schnee H < 1000 m	62.2	62.2		3.5 4.8
2	5.00 ständig Kat. B: Bürogebäude Schnee H < 1000 m	62.2	62.2		3.5 4.7

Maßgebliche Kombinationen

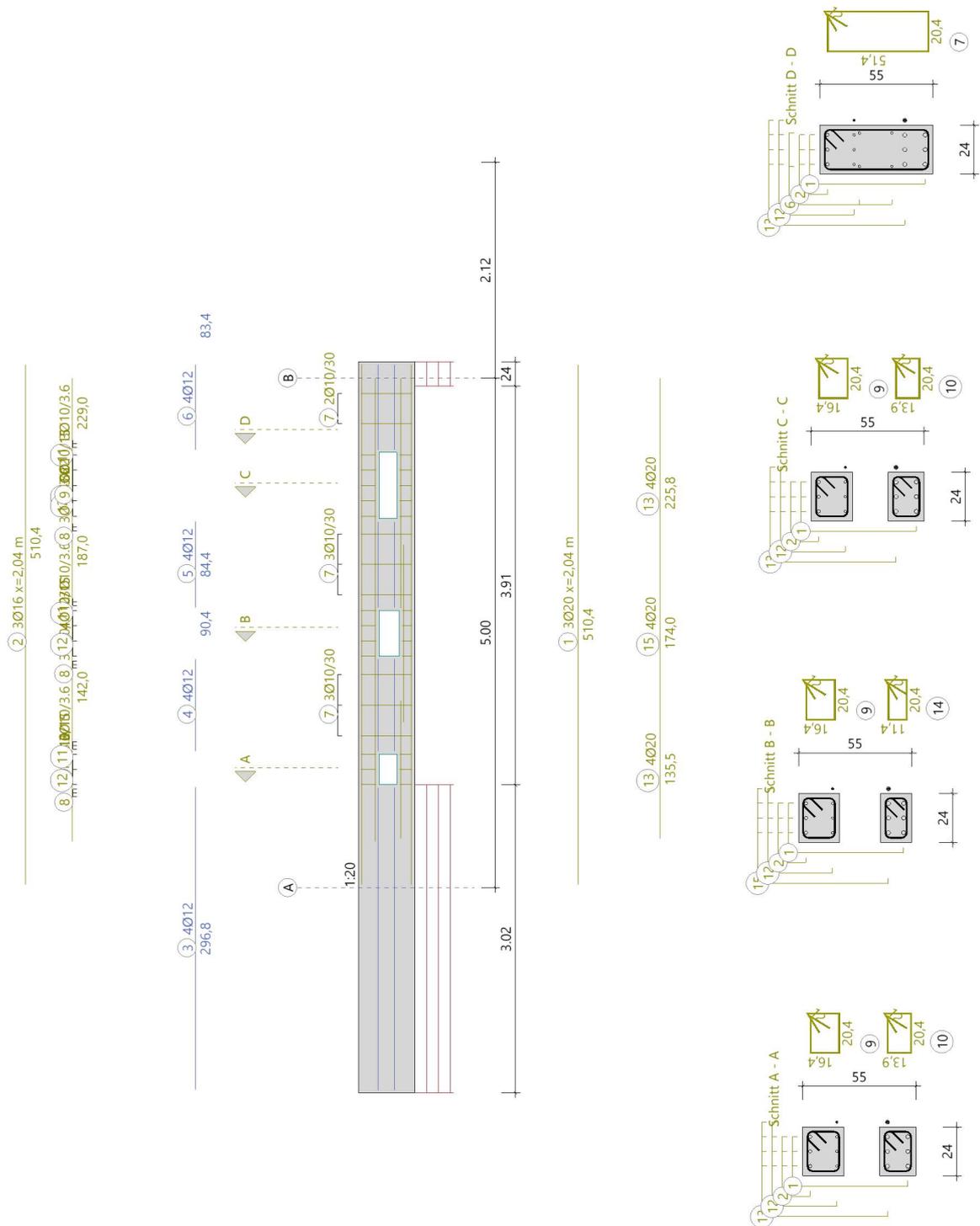
In der folgende Tabelle sind die Lasten mit der internen Nummer angegeben. Die anschließende Tabelle der maßgeblichen Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

generierte Last	Feld	Ewg	orig. Last	W1	W2	A [m]	L [m]
L 1	*	ständig	1	13.50	13.50	0.00	5.00
L 2	*	ständig	2	8.10	8.10	0.00	5.00
L 3	1	Kat. B	3	1.40	1.40	0.00	5.00
L 4	1	Schnee	4	1.90	1.90	0.00	5.00

gen. Last	Lk 1	Lk 3	Lk 4
L 1	1.35	1.00	1.00
L 2	1.35	1.00	1.00
L 3	1.05	0.70	0.30
L 4	1.50	1.00	
Eigengewicht	1.35	1.00	1.00

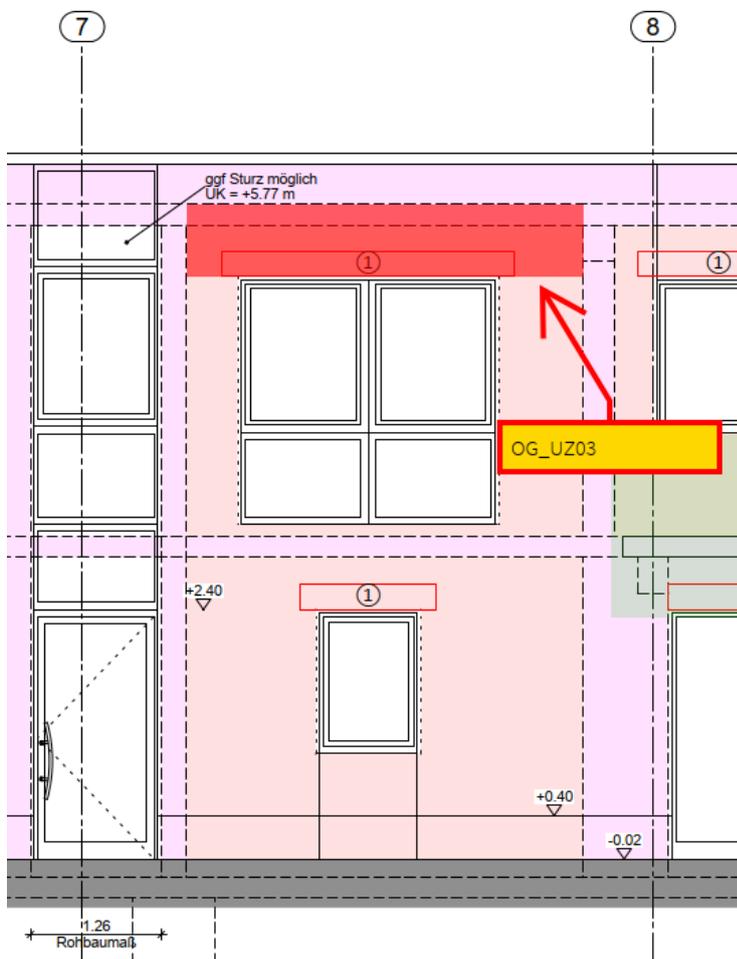
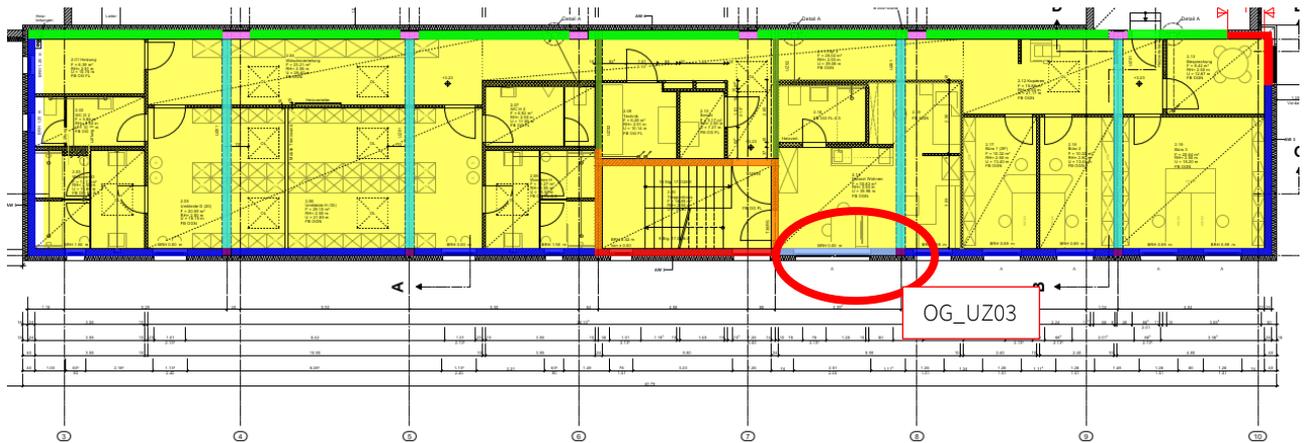
Bewehrung

Bewehrung



Es folgt die Bemessung des Unterzuges im Bereich der Fensteröffnung Notarzt-Wohnen. Dieser Unterzug dient der Abfangung der Decke über Obergeschoss bei Achse C/7-8. Aufgrund der Anbringung der Außenjalousie wird der Unterzug nur mit einer Breite $b = 18\text{ cm}$ bemessen.

Auszug Architekturplan



Geometrie/Material

Stahlbeton	C25/30 XC1, WO
Betonstahl	B500
Abmessungen Decke	h = 20 cm
Abmessungen UZ	b = 18cm / h = 70cm (inkl. Decke)
Spannweite	l = 2,51 m
Betondeckung	c _{nom} = 2,0 cm (oben + unten)
Bewehrung UZ oben	2 Ø 12
Bewehrung UZ unten	4 Ø 12
Bügelbewehrung UZ	Ø 8 / 15 cm
Verformung	l/500

Lastannahmen

Ständige Lasten:

Eigenlasten programmintern	Wichte Stahlbeton 25 kN/m ³		
aus Pos. OG_DE01 Deckeneigengewicht		g _k =	10,0 kN/m
aus Pos. OG_DE01 Ausbau		g _k =	5,3 kN/m

Veränderliche Lasten:

aus Pos. OG_DE01 Nutzlast		q _k =	1,0 kN/m
aus Pos. OG_DE01 Schnee		q _k =	1,2 kN/m

Bemessung

Alle GZT und GZG Nachweise gemäß FRILO-Ausdruckprotokoll auf den nachfolgenden Seiten.

Pos. OG_UZ03 Unterzug Notarzt-Wohnen

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/23A (FRILO R-2023-2/P02)

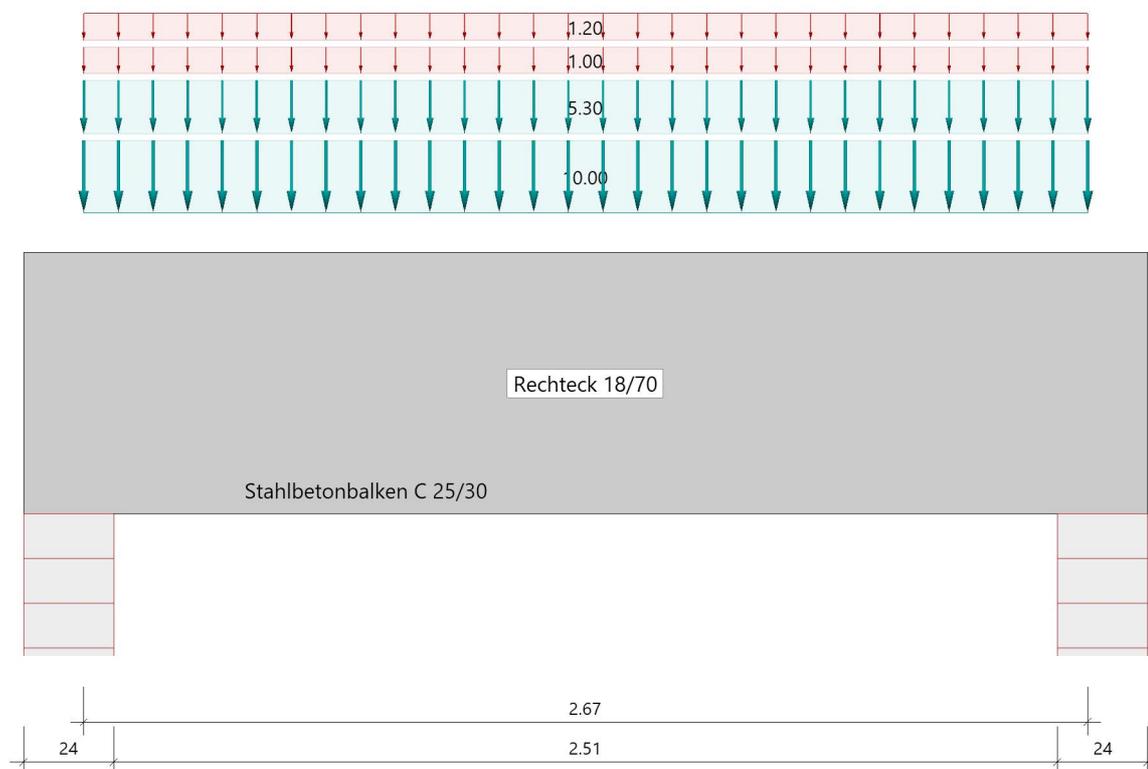
Grundparameter

Stahlbetonbalken $E = 31000 \text{ N/mm}^2$

DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System

Systembild



Material

Materialauswahl

Beton C 25/30	$f_{ck} = 25.00 \text{ N/mm}^2$	$E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$
Betonstahl B500A	$f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$	$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$
	$k(f_t/f_y) = 1.05$	$E_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$ (Bügel und Längsbewehrung)

Geometrie

Querschnitte

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			18.0	70.0		

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u_y [kN/m]	u_z [kN/m]	Verdrehungen ^{*)}		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	2.67	-1	-1	0.0	0.0	0.0

^{*)} -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		2.67		10.00		Nein	ständig		
	2	GL		2.67		5.30		Nein	ständig		
	3	GL		2.67		1.00		Ja	Kat. B		
	4	GL		2.67		1.20		Ja	Schnee		

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast

Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)

A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger

EG : Lasteinwirkung

Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe

Alt : Alternativgruppe

- Last 1: Decken g
- Last 2: Ausbau
- Last 3: Decken q
- Last 4: Decken q

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 841 kg mit $\Gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Kat. B: Bürogebäude	0.70	0.50	0.30		1.50
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.50

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{Fi} = 1.0$ Tab. B3

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

	oben	unten
Betonangriff	W0	X0
Bewehrungskorrosion	XC1	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 8$ mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 20$ mm	$d_{s,l} = 16$ mm
Vorhaltemaß	$\Delta c_{dev} = 10$ mm	$\Delta c_{dev} = 10$ mm
Bügel	$c_{min,b} = 10$ mm	$c_{min,b} = 10$ mm
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20$ mm	$c_{nom,b} = 20$ mm
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 20$ mm *5	$c_{min,l} = 16$ mm *5
Betondeckung	$c_{nom,l} = 30$ mm	$c_{nom,l} = 28$ mm *1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 22$ mm	$c_{v,b} = 20$ mm
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40$ mm	$w_{max} = 0.40$ mm

*1: mit $c_{min,b}$

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

wirksame Bauteildicke	$h_0 = 17.9$ cm	
Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25$ N/mm ²	
Belastungsalter	$t_0 = 28$ Tage	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.78$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.52$ ‰	

Betondeckung

Betondeckung unten = 2.0 cm oben = 2.2 cm

 links = 2.0 cm rechts = 2.0 cm

Bewehrungslagen unten = 3.4 cm oben = 3.4 cm

Abminderung der Stützmomente $\leq 15\%$

Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze $k_x < .45$ wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal $\cot(\Theta)/2$.

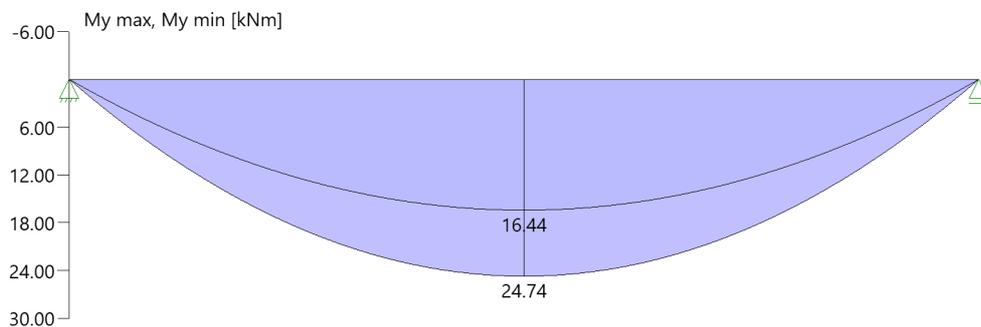
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 24.0$ cm

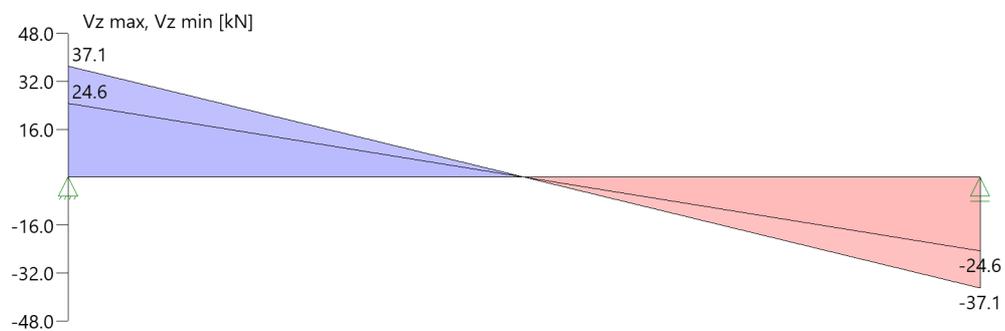
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	x [m]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{z,Ed}$ [kN]	Lk
Feld 1	0.001	0.04	37.0	1
	0.08	2.88	34.8	1
	0.75	19.92	16.3	1
	1.92	19.92	-16.3	1
	2.59	2.88	-34.8	1
	2.67	0.04	-37.0	1

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min M_u [kNm]	erf A_{s_u} [cm ²]	min M_o [kNm]	erf A_{s_o} [cm ²]
18.0/70.0	37.70	1.3	-37.70	1.3

Plattenbreite wurde für die Berechnung von W_y auf $3 \cdot b_0$ begrenzt.

Feldbewehrung

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	$M_{y,d}$ [kNm]	min $M_{y,d}$ [kNm]	d [cm]	k_x	A_{s_u} [cm ²]	A_{s_o} [cm ²]	Lk
1	0.09	0.09	3.05	3.05	66.6	0.02	1.3	0.0 ¹	1
	1.34	1.34	24.74	24.74	66.6	0.05	1.3	0.0 ¹	1
	2.46	2.46	7.17	7.17	66.6	0.02	1.3	0.0 ¹	1

Am ersten Auflager sind mindestens 1.3 cm² zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 1.3 cm² zu verankern.

Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{z,Ed} \cdot \cot(\theta) / 2$ berücksichtigt.

1 : Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1 9.2.1.1 (1)

Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		x_{rel} [m]	x [m]	k_z	V_{Ed} [kN]	θ [°]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd,max}$ [kN]	a max [cm]	asw [cm ² /m]	Lk
1	rechts	0.08	0.08	0.91	34.8	18.4	36.6	347.7	$V_{Rd,max} > V_{Ed}$		
	rechts	0.75	0.75	0.91	16.3	18.4	36.6	347.7	30.0	1.48 ¹	1
	*	1.34	1.34	0.91	0.0	18.4	36.6	347.7	30.0	1.48 ¹	1
2	links	0.08	2.59	0.91	-34.8	18.4	36.6	347.7	$V_{Rd,max} > V_{Ed}$		
	links	0.75	1.92	0.91	-16.3	18.4	36.6	347.7	30.0	1.48 ¹	1
	*	1.34	1.34	0.91	0.0	18.4	36.6	347.7	30.0	1.48 ¹	1

* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie

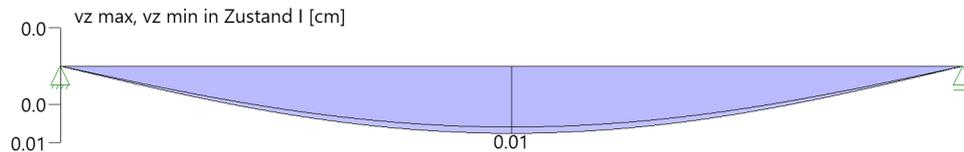
Der max. Bügelabstand wird mit $\theta \geq 40^\circ$ ermittelt (Heft 525 DAfStb).

1 : Mindestbügelbewehrung

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit

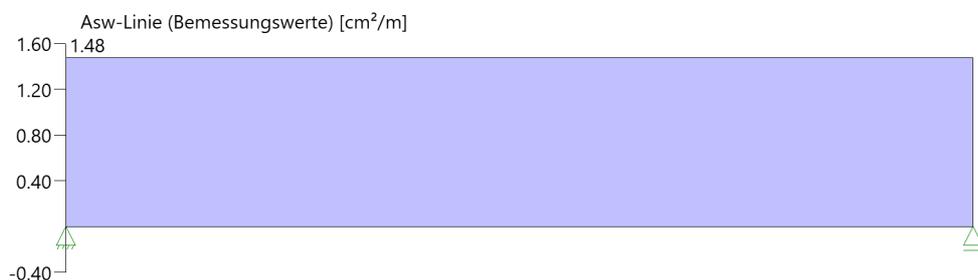
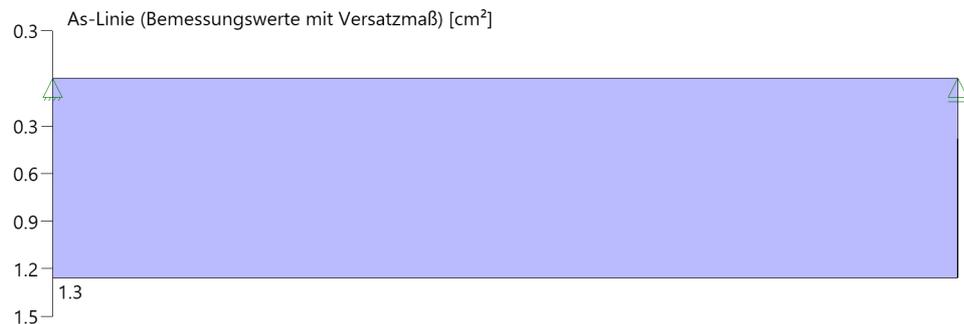


Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	1.34	0.0	0.01	3

As-Deckungslinien



Biegebewehrung unten

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,unten}$ [cm ²]	$\Sigma A_{s,vorh.,unten}$ [cm ²]	Summe [cm ²]	$A_{s,vorh.,unten}$ [Anz. Ø mm]
0,00	2,67	2,67	1,3	3,4	3,4	3Ø12

Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,oben}$ [cm ²]	$\Sigma A_{s,vorh.,oben}$ [cm ²]	Summe [cm ²]	$A_{s,vorh.,oben}$ [Anz. Ø mm]
0,00	2,67	2,67	0,0	2,3	2,3	2Ø12

Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [Anz. Ø mm / cm]
0,06	2,61	2,55	1,5	6,7	Ø8/15

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x Einwirkung [m]	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00 ständig Kat. B: Bürogebäude Schnee H < 1000 m	24.6	24.6	1.3	1.6
2	2.67 ständig Kat. B: Bürogebäude Schnee H < 1000 m	24.6	24.6	1.3	1.6

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x Lk [m]	R_z [kN]	M_y [kNm]	R_y [kN]	M_z [kNm]
1	0.00 Lk 1 Lk 2	37.1 24.6			
2	2.67 Lk 1 Lk 2	37.1 24.6			

Maßgebliche Kombinationen

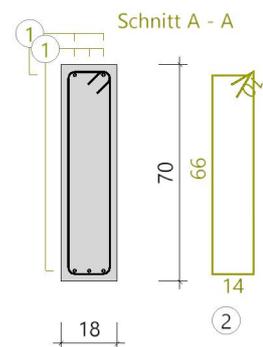
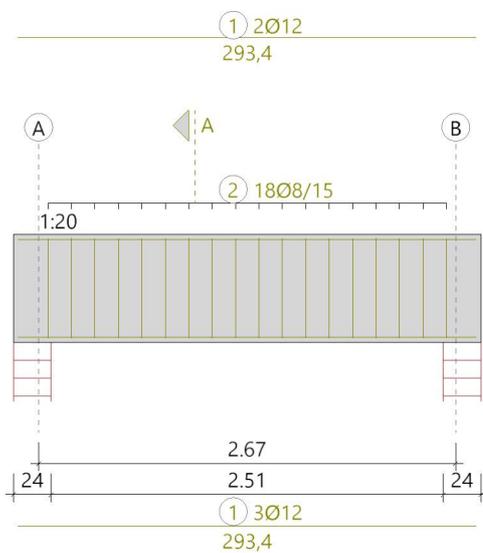
In der folgende Tabelle sind die Lasten mit der internen Nummer angegeben. Die anschließende Tabelle der maßgeblichen Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

generierte Last	Feld	Ewg	orig. Last	W1	W2	A [m]	L [m]
L 1	*	ständig	1	10.00	10.00	0.00	2.67
L 2	*	ständig	2	5.30	5.30	0.00	2.67
L 3	1	Kat. B	3	1.00	1.00	0.00	2.67
L 4	1	Schnee	4	1.20	1.20	0.00	2.67

gen. Last	Lk 1	Lk 2	Lk 3
L 1	1.35	1.00	1.00
L 2	1.35	1.00	1.00
L 3	1.05		0.70
L 4	1.50		1.00
Eigengewicht	1.35	1.00	1.00

Bewehrung

Bewehrung



3.2.5 Pos. EG_UZ01: Hauptunterzüge EG

Die Pos. EG_UZ01 bezeichnet die Hauptunterzüge der Decke über EG mit einer lichten Weite von 6,85 m. Der Nachweis der Unterzüge erfolgt grundsätzlich als Rippen im Deckenmodell Pos. EG_DE01 unter Berücksichtigung der Steifigkeiten. Rissweiten und Verformungen werden dabei anhand der eingelegten Bewehrung nichtlinear im Zustand II berechnet. Die nachfolgende Bemessung in Frilo erfolgt unter Berücksichtigung der Durchbrüche in den Unterzügen. Die darin angegebene Bewehrung inkl. Zulagen ist zu berücksichtigen.

Auszug Architekturplan



Geometrie/Material

Stahlbeton	C25/30 XC1, WO
Betonstahl	B500
Abmessungen UZ	b = 30 cm / h = 55cm (inkl. Deckenstärke 20 cm)
Spannweite	l = 6,85 m
Betondeckung	c _{nom} = 2,0 cm
Bewehrung	siehe Frilo-Ausdruckprotokolle der jeweiligen Positionen

Lastannahmen

Ständige Lasten:

Eigenlasten programmintern	Wichte Stahlbeton 25 kN/m ³
Ausbau	siehe Pos. EG_DE01

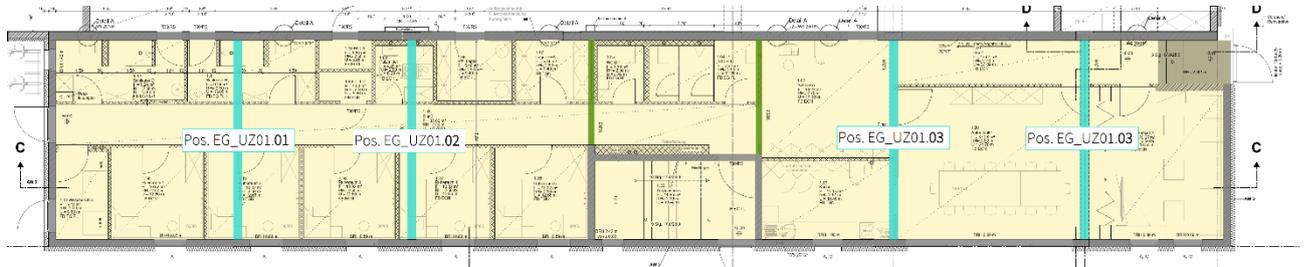
Veränderliche Lasten:

Nutzlasten	siehe Pos. EG_DE01
------------	--------------------

Bemessung

Der Nachweis der Unterzüge erfolgt mit der Bemessung der zugehörigen Decke. Alle GZT und GZG Nachweise sind im Dlubal-Ausdruckprotokoll Pos. EG_DE01 zu finden. Für die Bewehrungsführung sind die Angaben der Frilo-Bemessung unter Berücksichtigung der Durchbrüche maßgebend.

Für die Bemessung der Durchbrüche erfolgt eine weitere Differenzierung der Unterzugspositionen.



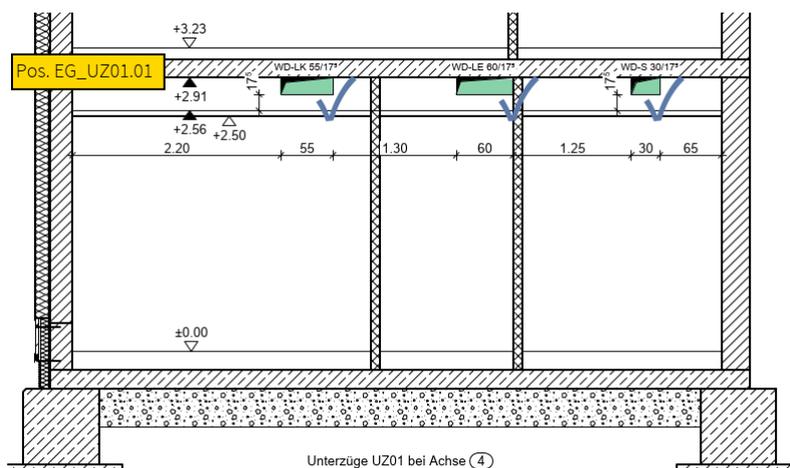
Lastannahmen für Frilo-Bemessung

Die Lastannahmen ergeben sich aus der Rückrechnung der Schnittgrößen in RFEM. Vereinfachend werden diese unter Berücksichtigung von Einflusslängen überprüft. Aufgrund der zweiachsigen Spannrichtung der Decke ist die Lasteinzugsfläche der Unterzüge auf beiden Seiten ein Dreieck. Die Einflussfläche wird analog der nachfolgenden Grafiken in eine Rechteckfläche umgerechnet indem die Einflussbreite um 50% reduziert und auf volle Unterzugslänge angesetzt wird (analog Pos. OG_UZ01)

Einflusslängen und Lasten sind in der jeweiligen Bemessung angegeben.

Pos. EG_UZ01.01 in Achse 4

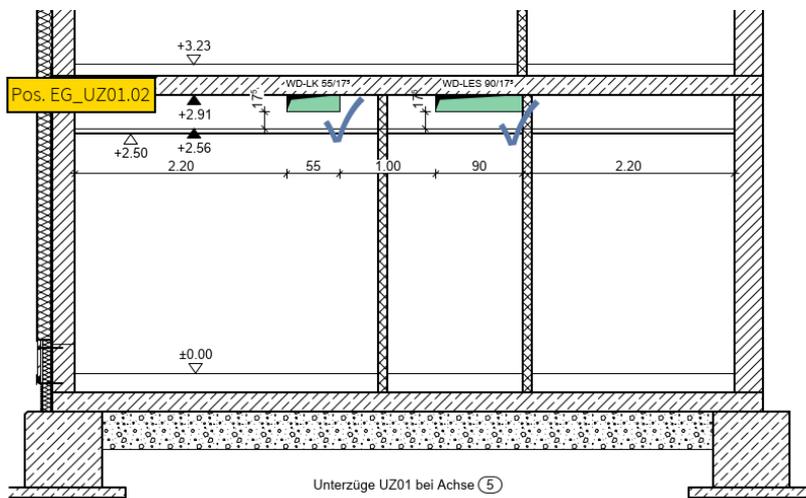
Einflusslänge $a = (6,35 \text{ m} / 2 + 5,95 \text{ m} / 2) \times 0,5 = 3,08 \text{ m}$



Lasten

Eigengewicht Stb.-Decke	$25 \text{ kN/m}^3 \times 0,2 \text{ m} \times 3,08 \text{ m} \times 1,1$	$g_k =$	16,9	kN/m
Ausbaulast	$2,6 \text{ kN/m}^2 \times 3,08 \text{ m} \times 1,1$	$g_k =$	8,8	kN/m
Nutzlast aus Decke	$4,3 \text{ kN/m}^2 \times 3,08 \text{ m} \times 1,1$	$g_k =$	14,6	kN/m

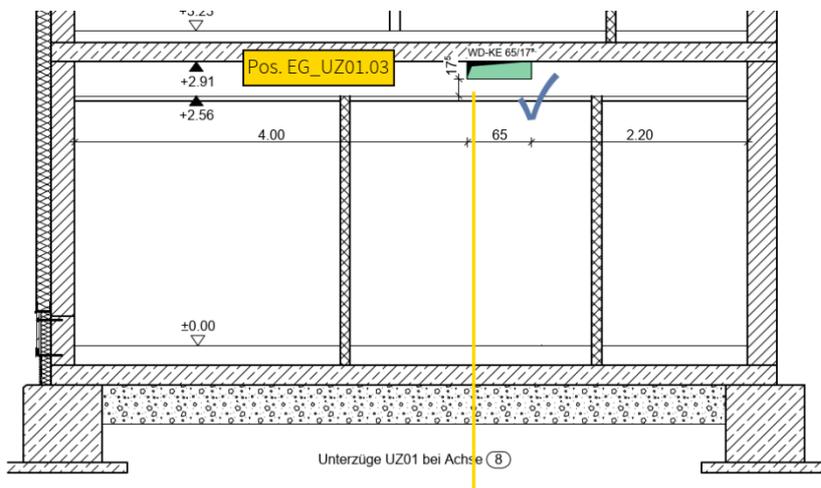
Pos. EG_UZ01.02 in Achse 5

Einflusslänge $a = (5,95 \text{ m} / 2 + 6,14 \text{ m} / 2) \times 0,5 = 3,02 \text{ m}$ 

Lasten

Eigengewicht Stb.-Decke	$25 \text{ kN/m}^3 \times 0,2 \text{ m} \times 3,02 \text{ m} \times 1,1 =$	$g_k =$	16,6	kN/m
Ausbauast	$2,6 \text{ kN/m}^2 \times 3,02 \text{ m} \times 1,1 =$	$g_k =$	8,6	kN/m
Nutzlast aus Decke	$4,3 \text{ kN/m}^2 \times 2,86 \text{ m} \times 1,1 =$	$g_k =$	14,6	kN/m

Pos. EG_UZ01.03 in Achse 8 und 9

Einflusslänge $a = (6,54 \text{ m} / 2 + 4,88 \text{ m} / 2) \times 0,5 = 2,86 \text{ m}$ 

Lasten

Eigengewicht Stb.-Decke	$25 \text{ kN/m}^3 \times 0,2 \text{ m} \times 2,86 \text{ m} \times 1,1 =$	$g_k =$	15,7	kN/m
Ausbauast	$2,6 \text{ kN/m}^2 \times 2,86 \text{ m} \times 1,1 =$	$g_k =$	8,2	kN/m
Nutzlast aus Decke	$4,3 \text{ kN/m}^2 \times 2,86 \text{ m} \times 1,1 =$	$g_k =$	14,6	kN/m

Pos. EG_UZ01.01: Achse 4 mit Durchbrüchen

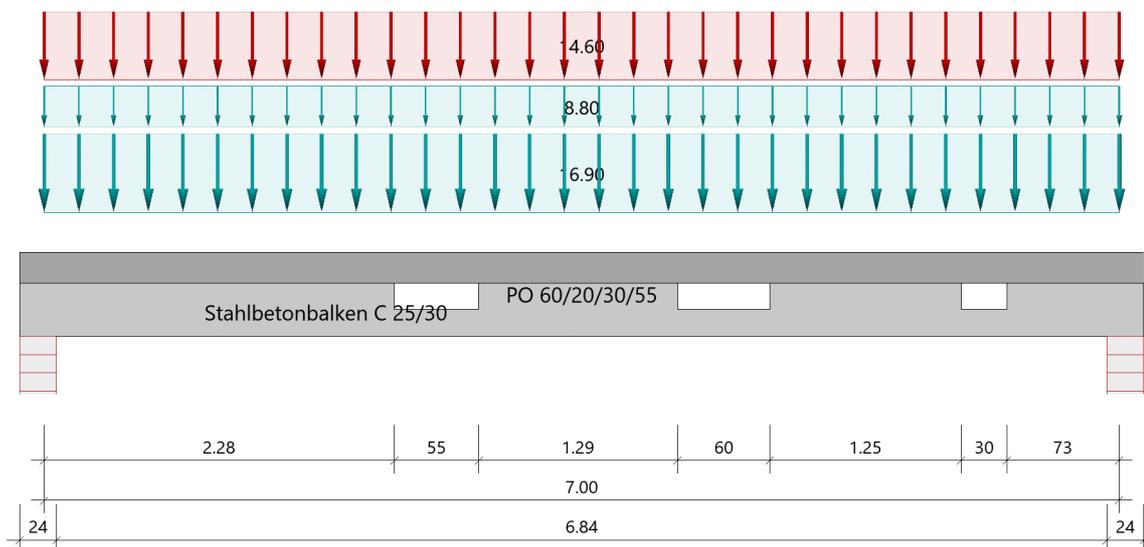
Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/23C (FRILO R-2023-2/P04)

Grundparameter

Stahlbetonbalken $E = 31000 \text{ N/mm}^2$
 DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System

Systembild



Material

Materialauswahl

Beton C 25/30 $f_{ck} = 25.00 \text{ N/mm}^2$ $E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$
 Betonstahl B500A $f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$ $E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$
 $k(f_t/f_y) = 1.05$ $\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$ (Bügel und Längsbewehrung)

Geometrie

Querschnitte

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Platte oben	60.0	20.0	30.0	55.0		

Querschnitte mit eff.mitwirkender Breite

x [m]	bo [cm]	ho [cm]	b0 [cm]	h0 [cm]	bu [cm]	hu [cm]	min Asu [cm ²]	min Aso [cm ²]
0.00	60.0	20.0	30.0	55.0	30.0		2.0	2.8
7.00	60.0	20.0	30.0	55.0	30.0		2.0	2.8

Die jeweiligen Plattenbreiten (unten bzw. oben) wurden für die Berechnung der Mindestbewehrung (min Asu bzw. min Aso) auf $3 \cdot b_0$ begrenzt.

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen ^{*)}		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	7.00	-1	-1	0.0	0.0	0.0

^{*)} -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Aussparungen

Art	Bezug	Feld	Abstand [m]	uk [cm]	h [cm]	L [cm]
Rechteck	vom Auflager	Feld 1	2.28	Vorderkante	17.5	55.0
Rechteck	vom Auflager	Feld 1	4.13	Vorderkante	17.5	60.0
Rechteck	vom Auflager	Feld 1	5.97	Vorderkante	17.5	30.0

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		7.00		16.90		Nein	ständig		
	2	GL		7.00		8.80		Nein	ständig		
	3	GL		7.00		14.60		Ja	Kat. B		

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast

Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)

A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger

EG : Lasteinwirkung

Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe

Alt : Alternativgruppe

- Last 1: Decke g
- Last 2: Ausbau
- Last 3: Nutzlast

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 3938 kg mit $\Gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Kat. B: Bürogebäude	0.70	0.50	0.30		1.50

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{Fi} = 1.0$ Tab. B3

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	X0
Bewehrungskorrosion	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 8$ mm
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 12$ mm
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10$ mm
Bügel	$c_{min,b} = 10$ mm
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20$ mm
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 12$ mm *5
Betondeckung	$c_{nom,l} = 28$ mm *1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 20$ mm
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40$ mm

*1: mit $c_{min,b}$

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

wirksame Bauteildicke	$h_0 = 19.4$ cm	
Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25$ N/mm ²	
Belastungsalter	$t_0 = 28$ Tage	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.64$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.47$ ‰	

Betondeckung

Betondeckung unten = 2.0 cm oben = 2.0 cm
 links = 2.0 cm rechts = 2.0 cm

Bewehrungslagen unten = 5.1 cm oben = 3.8 cm

Abminderung der Stützmomente $\leq 15\%$

Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze $k_x < .45$ wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal $\cot(\Theta)/2$.

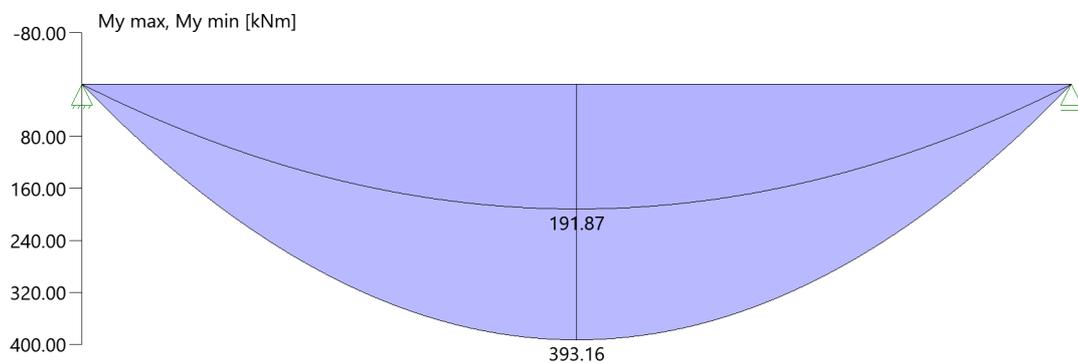
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 24.0$ cm

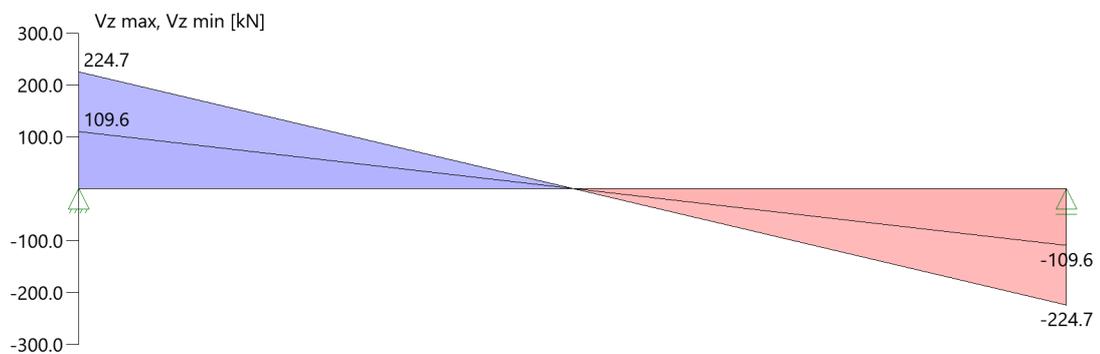
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	x [m]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{z,Ed}$ [kN]	Lk
Feld 1	0.001	0.22	224.6	1
	0.08	17.76	219.5	1
	0.08	17.77	219.5	1
	0.58	119.41	187.5	1
	1.08	205.04	155.4	1
	3.50	393.16	0.0	1
	5.92	205.04	-155.4	1
	6.42	119.41	-187.5	1
	6.92	17.77	-219.5	1
	7.00	0.22	-224.6	1

Feldbewehrung

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	M_{yd} [kNm]	min M_{yd} [kNm]	d [cm]	k_x	A_{su} [cm ²]	A_{so} [cm ²]	Lk
1	3.50	3.50	393.16	393.16	50.0	0.26	19.9	0.0	1
	6.58	6.58	89.68	89.68	51.2	0.07	4.0	0.0	1

Am ersten Auflager sind mindestens 6.1 cm² zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 6.1 cm² zu verankern.

Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{z,Ed} \cdot \cot(\theta) / 2$ berücksichtigt.

Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		x_{rel} [m]	x [m]	k_z	V_{Ed} [kN]	θ [°]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd,max}$ [kN]	a max [cm]	asw [cm ² /m]	Lk
1	rechts	0.08	0.08	0.89	219.5	25.6	84.3	550.7	VRd,max > VEd		
	rechts	0.58	0.58	0.89	187.5	22.7	84.3	503.3	30.0	4.07	1
	*	1.08	1.08	0.89	155.4	22.7	84.3	503.3	30.0	3.37	1
2	links	0.08	6.92	0.89	-219.5	25.6	84.3	550.7	VRd,max > VEd		
	links	0.58	6.42	0.89	-187.5	22.7	84.3	503.3	30.0	4.07	1
	*	1.08	5.92	0.89	-155.4	22.7	84.3	503.3	30.0	3.37	1

* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie

Der max. Bügelabstand wird mit $\theta \geq 40^\circ$ ermittelt (Heft 525 DAfStb).

Schulterschub

Feld	xa [cm]	xe [cm]	Mli [kNm]	Mre [kNm]	av [cm]	beff [cm]	dFcd [kN]	vEd [kN/m ²]	vEd,zul [kN/m ²]	asf [cm ² /m]
Feld 1	0.5	175.3	1.12	295.14	174.8	60.0	163.5	467.85	5231.79	1.79
	175.3	350.0	295.14	393.16	174.8	60.0	54.5	155.95	5231.79	0.60
	350.0	525.0	393.16	294.87	175.0	60.0	54.7	156.17	5231.79	0.60
	525.0	700.0	294.87	1.12	175.0	60.0	163.4	466.74	5231.79	1.79

Aussparungen

Aussparung Nr 1

in Feld 1, Länge/Höhe=55/17,5 cm Nachweis nach Heft 399 DAfStB S.43 ff

Abstand bis Achse

a = 2.56 m

Abstand der Gurte

z = 36.3 cm

Myd = 364.50 kNm Ved = 60.7 kN (max M / zug V)

Myd = 177.88 kNm Ved = 29.6 kN (min M / zug V)

Myd = 364.50 kNm Ved = 60.7 kN (max V / zug Q)

Druckgurt oben :

d0 = 20.0 cm d1 = 3.8 cm

Myd = 12.51 kNm Ved = 45.5 kN

Nd = -1005.5 kN VRd,c = 65.1 kN

VRd,max = 225.9 kN

Theta = 18.704

erf As1 = erf As2 = 1.7 cm²

erf asB = 4.92 cm²/m

Zuggurt unten :

d0 = 17.5 cm d1 = 5.1 cm

Myd = 4.19 kNm Ved = 15.2 kN

Nd = 1005.5 kN VRd,c = -58.3 kN

VRd,max = 134.9 kN

Theta = 45.000

erf As1 = erf As2 = 11.7 cm²

erf asB = 4.14 cm²/m

Aufhängebewehrung

ZQ_1 = 32.9 kN erf Asv,li = 0.8 cm²

ZQ_2 = 92.2 kN erf Asv,re = 2.1 cm²

nach Leonhardt mindestens für 0,8 * max Q bemessen:

ZQ_3 = 48.5 kN erf Asv = 1.1 cm²

Aussparung Nr 2

in Feld 1, Länge/Höhe=60/17,5 cm Nachweis nach Heft 399 DAfStB S.43 ff

Abstand bis Achse

$a = 4.43 \text{ m}$

Abstand der Gurte

$z = 36.3 \text{ cm}$

$Myd = 365.70 \text{ kNm}$

$Ved = 59.4 \text{ kN}$

(max M / zug V)

$Myd = 178.46 \text{ kNm}$

$Ved = 29.0 \text{ kN}$

(min M / zug V)

$Myd = 365.70 \text{ kNm}$

$Ved = 59.4 \text{ kN}$

(max V / zug Q)

Druckgurt oben :

$d0 = 20.0 \text{ cm}$

$d1 = 3.8 \text{ cm}$

$Myd = 13.36 \text{ kNm}$

$Ved = 44.5 \text{ kN}$

$Nd = -1008.8 \text{ kN}$

$VRd,c = 65.1 \text{ kN}$

$VRd,max = 224.5 \text{ kN}$

$\Theta = 18.575$

$erf As1 = erf As2 = 1.7 \text{ cm}^2$

$erf asB = 4.92 \text{ cm}^2/\text{m}$

Zuggurt unten :

$d0 = 17.5 \text{ cm}$

$d1 = 5.1 \text{ cm}$

$Myd = 4.47 \text{ kNm}$

$Ved = 14.9 \text{ kN}$

$Nd = 1008.8 \text{ kN}$

$VRd,c = -58.6 \text{ kN}$

$VRd,max = 134.9 \text{ kN}$

$\Theta = 45.000$

$erf As1 = erf As2 = 11.8 \text{ cm}^2$

$erf asB = 4.05 \text{ cm}^2/\text{m}$

Aufhängebewehrung

$ZQ_1 = 94.4 \text{ kN}$

$erf Asv,li = 2.2 \text{ cm}^2$

$ZQ_2 = 33.7 \text{ kN}$

$erf Asv,re = 0.8 \text{ cm}^2$

nach Leonhardt mindestens für $0,8 \cdot \max Q$ bemessen:

$ZQ_3 = 47.5 \text{ kN}$

$erf Asv = 1.1 \text{ cm}^2$

Aussparung Nr 3

in Feld 1, Länge/Höhe=30/17,5 cm Nachweis nach Heft 399 DAfStB S.43 ff

Abstand bis Achse $a = 6.12 \text{ m}$

Abstand der Gurte $z = 36.3 \text{ cm}$

$Myd = 172.85 \text{ kNm}$	$Ved = 168.2 \text{ kN}$	(max M / zug V)
$Myd = 84.35 \text{ kNm}$	$Ved = 82.1 \text{ kN}$	(min M / zug V)
$Myd = 172.85 \text{ kNm}$	$Ved = 168.2 \text{ kN}$	(max V / zug Q)

Druckgurt oben :

$d0 = 20.0 \text{ cm}$	$d1 = 3.8 \text{ cm}$
$Myd = 18.90 \text{ kNm}$	$Ved = 126.0 \text{ kN}$
$Nd = -476.8 \text{ kN}$	$VRd,c = 58.0 \text{ kN}$

$VRd,max = 284.5 \text{ kN}$
$\Theta = 24.964$

$erf As1 = erf As2 = 0.8 \text{ cm}^2$	$erf asB = 11.57 \text{ cm}^2/m$
----------------------------------------	----------------------------------

Zuggurt unten :

$d0 = 17.5 \text{ cm}$	$d1 = 5.1 \text{ cm}$
$Myd = 6.33 \text{ kNm}$	$Ved = 42.2 \text{ kN}$
$Nd = 476.8 \text{ kN}$	$VRd,c = -14.7 \text{ kN}$

$VRd,max = 134.9 \text{ kN}$
$\Theta = 45.000$

$erf As1 = erf As2 = 6.3 \text{ cm}^2$	$erf asB = 11.47 \text{ cm}^2/m$
----------------------------------------	----------------------------------

Aufhängebewehrung

$ZQ_1 = 196.6 \text{ kN}$	$erf Asv,li = 4.5 \text{ cm}^2$
$ZQ_2 = 68.8 \text{ kN}$	$erf Asv,re = 1.6 \text{ cm}^2$

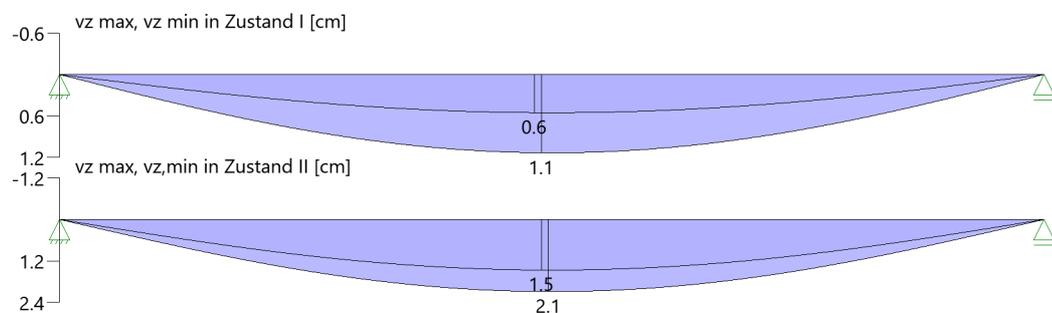
nach Leonhardt mindestens für $0,8 \cdot \max Q$ bemessen:

$ZQ_3 = 134.5 \text{ kN}$	$erf Asv = 3.1 \text{ cm}^2$
---------------------------	------------------------------

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	3.50	0.0	0.8	3

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl: $\phi_{eff} = 2.05$ $\epsilon_{cs} = -0.47 ‰$

Kombination charakteristisch

Mit Nachweis der relativen Grenzverformung ($l_{eff} / 150$)

Feld	x [m]	$f_{Ellz,g}$ [cm]	$f_{Ellz,g} / l_{eff}$	$f_{Ellz,\phi\epsilon}$ [cm]	$f_{Ellz,\phi\epsilon} / l_{eff}$	$f_{Ell,\phi\epsilon}$ [cm]	η
Feld 1	3.50	1.1	1/625	2.1	1/335	2.1	0.45

x : Stelle x

$f_{Ellz,g}$: Vertikale Durchbiegung im Zustand II infolge ständiger Lasten

$f_{Ellz,\phi\epsilon}$: Maßgebende vertikale Durchbiegung im Zustand II mit Kriechen und Schwinden

$f_{Ell,\phi\epsilon}$: maßgebende Durchbiegung

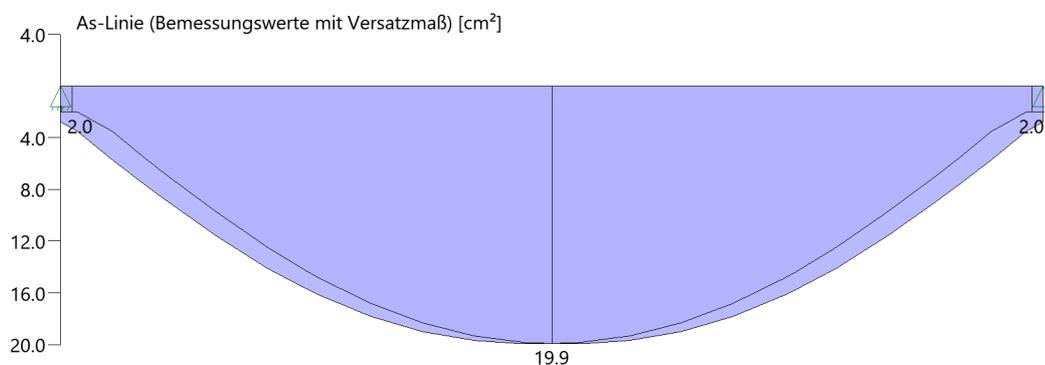
Spannungsbegrenzung

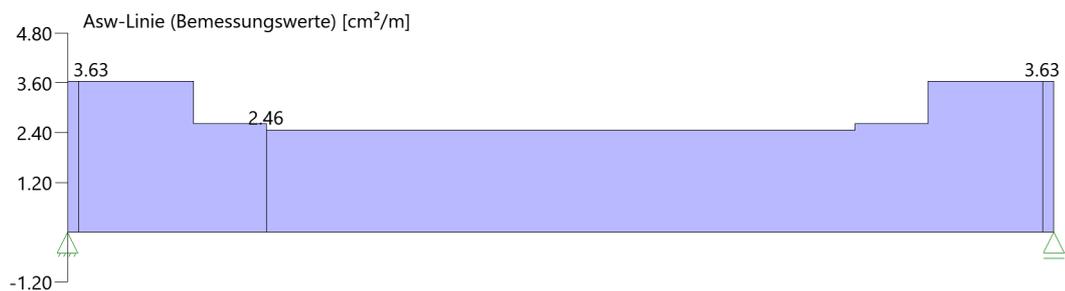
Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

Nachweis der Rissbreite: XC1/X0-- > zul wk = 0.40 mm
nach EN2 7.2(3) $s_C = 0.45 \cdot f_{ck} = 11.25 \text{ N/mm}^2$

Feld	x [m]	M_y [kNm]	A_{su} [cm ²]	A_{so} [cm ²]	$\sigma_S(t=\infty)$ [N/mm ²]	$\sigma_C(t=0)$ [N/mm ²]	vorh ds [mm]	zul ds [mm]	Lfk
Feld 1	3.32	218.07	24.5	12.6	201.85	-10.70	25	100	4
	3.50	218.67	24.5	12.6	202.41	-10.70	25	100	4
	3.68	218.07	24.5	12.6	201.85	-10.70	25	100	4

As-Deckungslinien





Biegebewehrung unten

von [m]	bis [m]	Länge [m]	As,erf.,unten [cm ²]	ΣAs,vorh.,unten [cm ²]	Summe [cm ²]	As,vorh.,unten [Anz. Ø mm]
0,00	7,00	7,00	19,9	24,5	24,5	5Ø25
0,00	7,12	7,12	19,9	0,0	24,5	

Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	As,erf.,oben [cm ²]	ΣAs,vorh.,oben [cm ²]	Summe [cm ²]	As,vorh.,oben [Anz. Ø mm]
0,00	5,13	5,13	0,0	12,6	12,6	4Ø20
5,13	7,00	1,87	0,0	12,6	12,6	4Ø20

Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	As,erf. [cm ² /m]	As,vorh. [cm ² /m]	As,vorh. [Anz. Ø mm / cm]
0,03	2,13	2,10	3,6	10,5	Ø10/15
3,03	3,93	0,90	2,5	10,5	Ø10/15
4,90	5,80	0,90	2,6	10,5	Ø10/15
6,47	6,92	0,45	3,6	10,5	Ø10/15

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x Einwirkung [m]	Rz,min [kN]	Rz,max [kN]	My,min [kNm]	My,max [kNm]
1	0.00 ständig Kat. B: Bürogebäude	109.6	109.6 51.1		
2	7.00 ständig Kat. B: Bürogebäude	109.6	109.6 51.1		

Maßgebliche Kombinationen

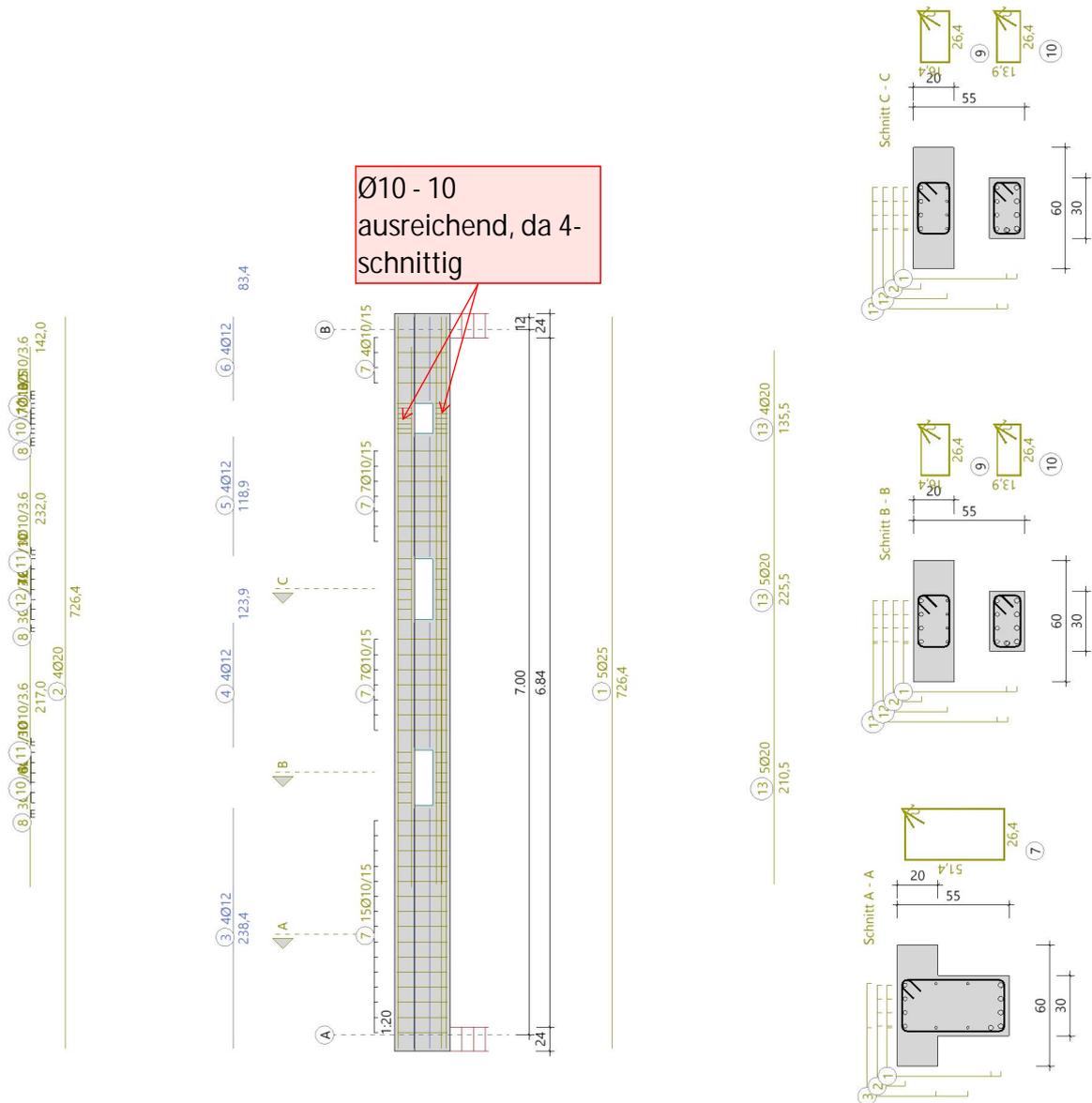
In der folgende Tabelle sind die Lasten mit der internen Nummer angegeben. Die anschließende Tabelle der maßgeblichen Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

generierte Last	Feld	Ewg	orig. Last	W1	W2	A [m]	L [m]
L 1	*	ständig	1	16.90	16.90	0.00	7.00
L 2	*	ständig	2	8.80	8.80	0.00	7.00
L 3	1	Kat. B	3	14.60	14.60	0.00	7.00

gen. Last	Lk 1	Lk 3	Lk 4	Lk 5
L 1	1.35	1.00	1.00	
L 2	1.35	1.00	1.00	
L 3	1.50	1.00	0.30	
Eigengewicht	1.35	1.00	1.00	

Bewehrung

Bewehrung



Pos. EG_UZ01.02: Achse 5 mit Durchbrüchen

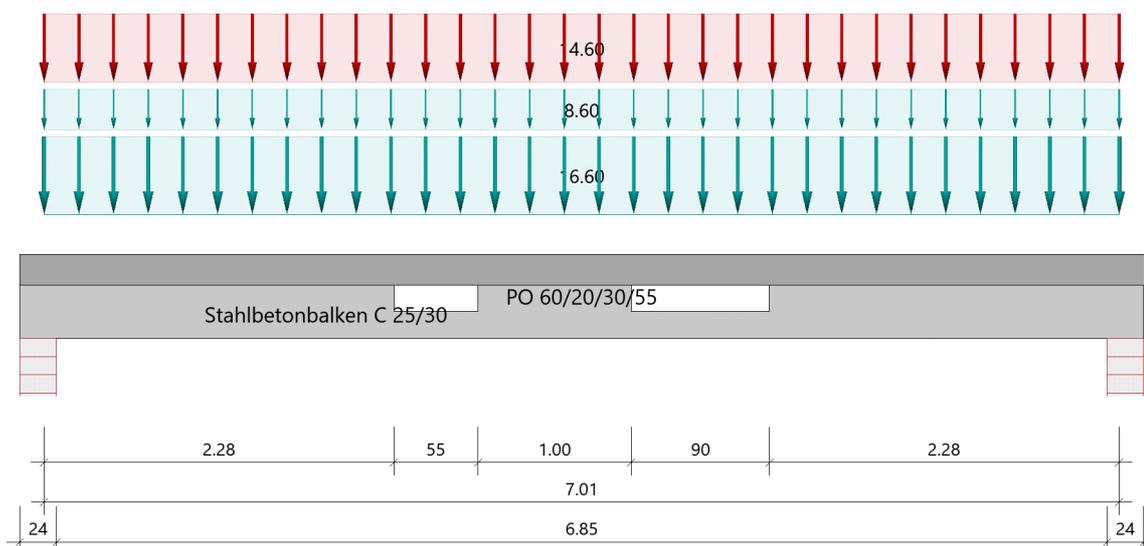
Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/23C (FRILO R-2023-2/P04)

Grundparameter

Stahlbetonbalken $E = 31000 \text{ N/mm}^2$
 DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System

Systembild



Material

Materialauswahl

Beton C 25/30 $f_{ck} = 25.00 \text{ N/mm}^2$ $E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$
 Betonstahl B500A $f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$ $E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$
 $k(f_t/f_y) = 1.05$ $\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$ (Bügel und Längsbewehrung)

Geometrie

Querschnitte

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Platte oben	60.0	20.0	30.0	55.0		

Querschnitte mit eff.mitwirkender Breite

x [m]	bo [cm]	ho [cm]	b0 [cm]	h0 [cm]	bu [cm]	hu [cm]	min Asu [cm ²]	min Aso [cm ²]
0.00	60.0	20.0	30.0	55.0	30.0		2.0	2.8
7.01	60.0	20.0	30.0	55.0	30.0		2.0	2.8

Die jeweiligen Plattenbreiten (unten bzw. oben) wurden für die Berechnung der Mindestbewehrung (min Asu bzw. min Aso) auf $3 \cdot b_0$ begrenzt.

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen ^{*)}		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	7.01	-1	-1	0.0	0.0	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Aussparungen

Art	Bezug	Feld	Abstand [m]	uk [cm]	h [cm]	L [cm]
Rechteck	vom Auflager	Feld 1	2.28	Vorderkante	17.5	55.0
Rechteck	vom Auflager	Feld 1	3.83	Vorderkante	17.5	90.0

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		7.01		16.60		Nein	ständig		
	2	GL		7.01		8.60		Nein	ständig		
	3	GL		7.01		14.60		Ja	Kat. B		

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast

Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)

A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger

EG : Lasteinwirkung

Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe

Alt : Alternativgruppe

- Last 1: Decke g
- Last 2: Ausbau
- Last 3: Nutzlast

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 3943 kg mit $\Gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Kat. B: Bürogebäude	0.70	0.50	0.30		1.50

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{Fi} = 1.0$ Tab. B3

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	X0
Bewehrungskorrosion	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 8$ mm
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 12$ mm
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10$ mm
Bügel	$c_{min,b} = 10$ mm
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20$ mm
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 12$ mm *5
Betondeckung	$c_{nom,l} = 28$ mm *1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 20$ mm
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40$ mm

*1: mit $c_{min,b}$

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

wirksame Bauteildicke	$h_0 = 19.4$ cm	
Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25$ N/mm ²	
Belastungsalter	$t_0 = 28$ Tage	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.64$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.47$ ‰	

Betondeckung

Betondeckung unten = 2.0 cm oben = 2.0 cm
 links = 2.0 cm rechts = 2.0 cm

Bewehrungslagen unten = 5.1 cm oben = 3.8 cm

Abminderung der Stützmomente $\leq 15\%$

Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze $k_x < .45$ wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal $\cot(\Theta)/2$.

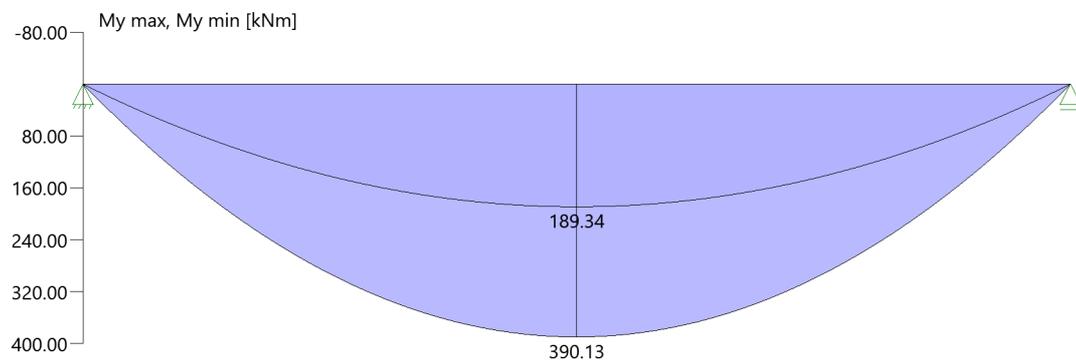
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 24.0$ cm

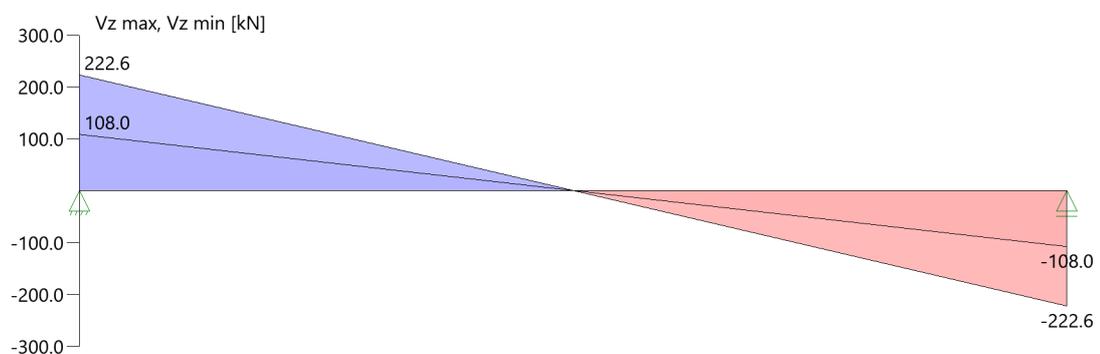
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	x [m]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{z,Ed}$ [kN]	Lk
Feld 1	0.001	0.22	222.6	1
	0.08	17.61	217.5	1
	0.58	118.34	185.8	1
	1.08	203.23	154.1	1
	3.51	390.13	0.0	1
	5.93	203.23	-154.1	1
	6.43	118.34	-185.8	1
	6.93	17.61	-217.5	1
	6.93	17.60	-217.5	1
	7.01	0.22	-222.6	1

Feldbewehrung

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	M_{yd} [kNm]	min M_{yd} [kNm]	d [cm]	k_x	A_{su} [cm ²]	A_{so} [cm ²]	Lk
1	3.51	3.51	390.13	390.13	50.0	0.25	19.7	0.0	1
	6.59	6.59	88.88	88.88	51.2	0.07	4.0	0.0	1

Am ersten Auflager sind mindestens 6.1 cm² zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 6.1 cm² zu verankern.

Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{z,Ed} \cdot \cot(\theta) / 2$ berücksichtigt.

Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		x_{rel} [m]	x [m]	k_z	V_{Ed} [kN]	θ [°]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd,max}$ [kN]	a max [cm]	asw [cm ² /m]	Lk
1	rechts	0.08	0.08	0.89	217.5	25.4	84.3	548.3	VRd,max > VEd		
	rechts	0.58	0.58	0.89	185.8	22.5	84.3	500.1	30.0	3.99	1
	*	1.08	1.08	0.89	154.1	22.5	84.3	500.1	30.0	3.31	1
2	links	0.08	6.93	0.89	-217.5	25.4	84.3	548.3	VRd,max > VEd		
	links	0.58	6.43	0.89	-185.8	22.5	84.3	500.1	30.0	3.99	1
	*	1.08	5.93	0.89	-154.1	22.5	84.3	500.1	30.0	3.31	1

* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie

Der max. Bügelabstand wird mit $\theta \geq 40^\circ$ ermittelt (Heft 525 DAfStb).

Schulterschub

Feld	xa [cm]	xe [cm]	Mli [kNm]	Mre [kNm]	av [cm]	beff [cm]	dFcd [kN]	vEd [kN/m ²]	vEd,zul [kN/m ²]	asf [cm ² /m]
Feld 1	0.5	175.5	1.11	292.88	175.0	60.0	162.3	463.59	5231.79	1.78
	175.5	350.5	292.88	390.13	175.0	60.0	54.1	154.53	5231.79	0.59
	350.5	525.8	390.13	292.60	175.3	60.0	54.2	154.75	5231.79	0.59
	525.8	701.0	292.60	1.11	175.3	60.0	162.1	462.49	5231.79	1.77

Aussparungen

Aussparung Nr 1

in Feld 1, Länge/Höhe=55/17,5 cm Nachweis nach Heft 399 DAfStB S.43 ff

Abstand bis Achse a = 2.56 m

Abstand der Gurte z = 36.3 cm

Der lichte Abstand zwischen den Aussparungen ist zu klein!

$$\text{Myd} = 361.47 \text{ kNm} \quad \text{Ved} = 60.4 \text{ kN} \quad (\text{max M / zug V})$$

$$\text{Myd} = 175.43 \text{ kNm} \quad \text{Ved} = 29.3 \text{ kN} \quad (\text{min M / zug V})$$

$$\text{Myd} = 361.47 \text{ kNm} \quad \text{Ved} = 60.3 \text{ kN} \quad (\text{max V / zug Q})$$

Druckgurt oben :

$$d_0 = 20.0 \text{ cm} \quad d_1 = 3.8 \text{ cm}$$

$$\text{Myd} = 12.44 \text{ kNm} \quad \text{Ved} = 45.2 \text{ kN}$$

$$\text{Nd} = -997.2 \text{ kN} \quad \text{VRd,c} = 65.0 \text{ kN}$$

$$\text{VRd,max} = 224.4 \text{ kN}$$

$$\text{Theta} = 18.559$$

$$\text{erf As1} = \text{erf As2} = 1.7 \text{ cm}^2 \quad \text{erf asB} = 4.92 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Zuggurt unten :

$$d_0 = 17.5 \text{ cm} \quad d_1 = 5.1 \text{ cm}$$

$$\text{Myd} = 4.17 \text{ kNm} \quad \text{Ved} = 15.2 \text{ kN}$$

$$\text{Nd} = 997.2 \text{ kN} \quad \text{VRd,c} = -57.6 \text{ kN}$$

$$\text{VRd,max} = 134.9 \text{ kN}$$

$$\text{Theta} = 45.000$$

$$\text{erf As1} = \text{erf As2} = 11.6 \text{ cm}^2 \quad \text{erf asB} = 4.12 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Aufhängebewehrung

$$\text{ZQ}_1 = 32.7 \text{ kN} \quad \text{erf Asv,li} = 0.8 \text{ cm}^2$$

$$\text{ZQ}_2 = 91.7 \text{ kN} \quad \text{erf Asv,re} = 2.1 \text{ cm}^2$$

nach Leonhardt mindestens für $0,8 \cdot \max Q$ bemessen:

$$\text{ZQ}_3 = 48.3 \text{ kN} \quad \text{erf Asv} = 1.1 \text{ cm}^2$$

Aussparung Nr 2

in Feld 1, Länge/Höhe=90/17,5 cm Nachweis nach Heft 399 DAfStB S.43 ff

Abstand bis Achse $a = 4.28 \text{ m}$ Abstand der Gurte $z = 36.3 \text{ cm}$

Der lichte Abstand zwischen den Aussparungen ist zu klein!

$Myd = 371.06 \text{ kNm}$	$Ved = 49.3 \text{ kN}$	(max M / zug V)
$Myd = 180.09 \text{ kNm}$	$Ved = 23.9 \text{ kN}$	(min M / zug V)
$Myd = 371.06 \text{ kNm}$	$Ved = 49.2 \text{ kN}$	(max V / zug Q)

Druckgurt oben :

$d_0 = 20.0 \text{ cm}$	$d_1 = 3.8 \text{ cm}$
$Myd = 16.61 \text{ kNm}$	$Ved = 36.9 \text{ kN}$
$Nd = -1023.6 \text{ kN}$	$VRd,c = 65.2 \text{ kN}$
	$VRd,max = 223.1 \text{ kN}$
	$\Theta = 18.435$
$erf As_1 = erf As_2 = 1.8 \text{ cm}^2$	$erf asB = 4.92 \text{ cm}^2/m$

Zuggurt unten :

$d_0 = 17.5 \text{ cm}$	$d_1 = 5.1 \text{ cm}$
$Myd = 5.57 \text{ kNm}$	$Ved = 12.4 \text{ kN}$
$Nd = 1023.6 \text{ kN}$	$VRd,c = -59.9 \text{ kN}$
	$VRd,max = 134.9 \text{ kN}$
	$\Theta = 45.000$
$erf As_1 = erf As_2 = 12.2 \text{ cm}^2$	$erf asB = 3.36 \text{ cm}^2/m$

Aufhängebewehrung

$ZQ_1 = 98.9 \text{ kN}$	$erf Asv,li = 2.3 \text{ cm}^2$
$ZQ_2 = 35.8 \text{ kN}$	$erf Asv,re = 0.8 \text{ cm}^2$

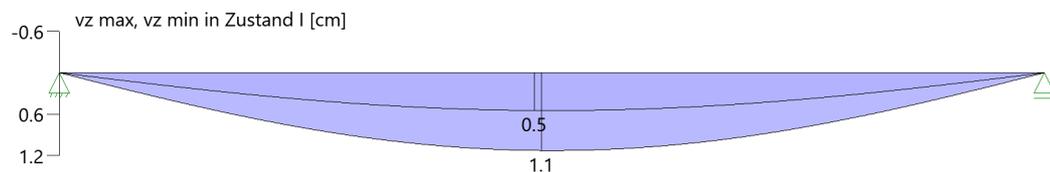
nach Leonhardt mindestens für $0,8 \cdot \max Q$ bemessen:

$ZQ_3 = 39.4 \text{ kN}$	$erf Asv = 0.9 \text{ cm}^2$
--------------------------	------------------------------

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	3.51	0.0	0.8	3

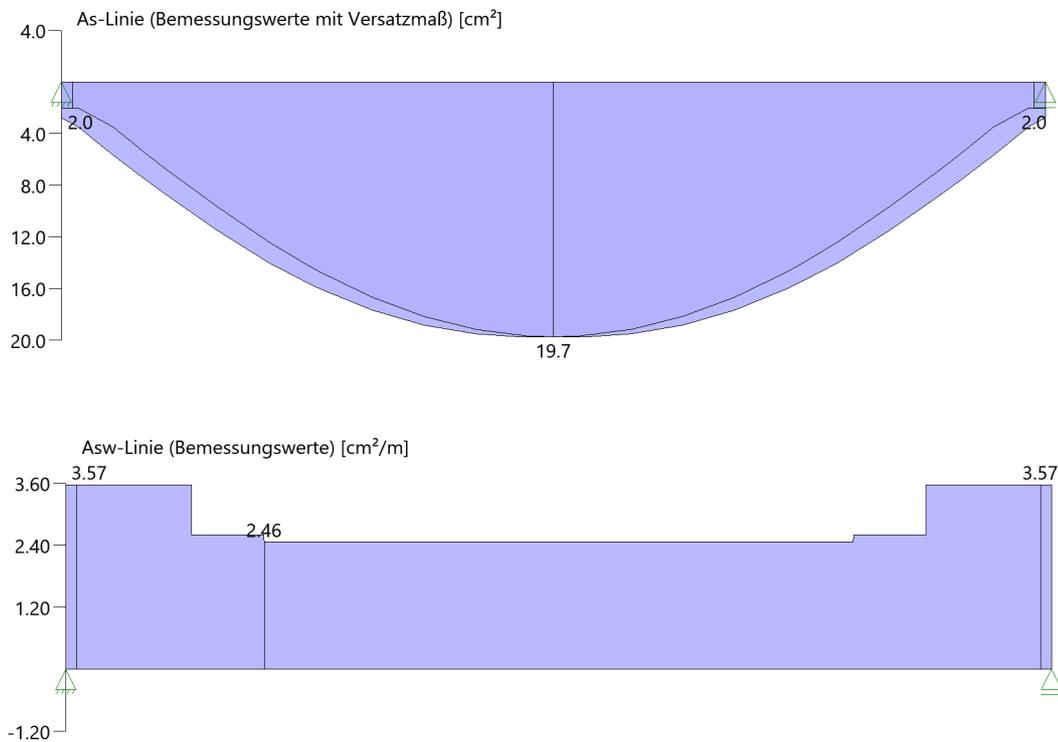
Spannungsbegrenzung

Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

Nachweis der Rissbreite: XC1/X0-- > zul wk = 0.40 mm
nach EN2 7.2(3) $s_C = 0.45 \cdot f_{ck} = 11.25 \text{ N/mm}^2$

Feld	x [m]	M_y [kNm]	A_{su} [cm ²]	A_{so} [cm ²]	$\sigma_S(t=\infty)$ [N/mm ²]	$\sigma_C(t=0)$ [N/mm ²]	vorh ds [mm]	zul ds [mm]	Lfk
Feld 1	3.32	215.65	24.5	12.6	199.62	-10.50	25	100	4
	3.51	216.25	24.5	12.6	200.17	-10.60	25	100	4
	3.69	215.65	24.5	12.6	199.62	-10.50	25	100	4

As-Deckungslinien



Biegebewehrung unten

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,unten}$ [cm ²]	$\Sigma A_{s,vorh.,unten}$ [cm ²]	Summe [cm ²]	$A_{s,vorh.,unten}$ [Anz. Ø mm]
0,00	7,01	7,01	19,7	24,5	24,5	5Ø25
0,00	7,12	7,12	19,7	0,0	24,5	

Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,oben}$ [cm ²]	$\Sigma A_{s,vorh.,oben}$ [cm ²]	Summe [cm ²]	$A_{s,vorh.,oben}$ [Anz. Ø mm]
0,00	5,14	5,14	0,0	12,6	12,6	4Ø20
5,14	7,01	1,87	0,0	12,6	12,6	4Ø20

Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [Anz. Ø mm / cm]
0,03	2,13	2,10	3,6	10,5	Ø10/15
3,03	3,63	0,60	2,5	10,5	Ø10/15
4,88	6,98	2,10	3,6	10,5	Ø10/15

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x Einwirkung [m]	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00 ständig Kat. B: Bürogebäude	108.0	108.0 51.2		
2	7.01 ständig Kat. B: Bürogebäude	108.0	108.0 51.2		

Maßgebliche Kombinationen

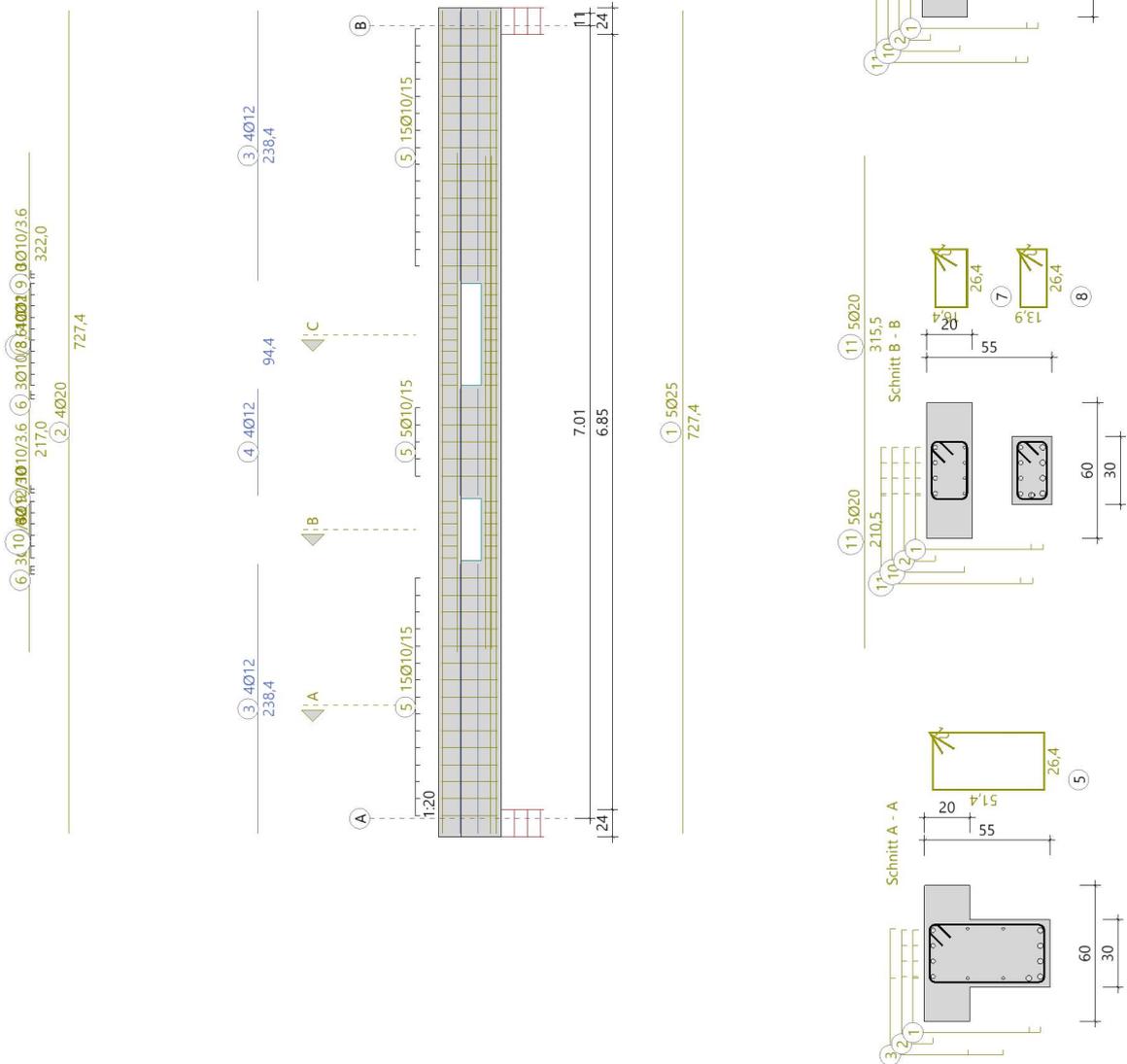
In der folgende Tabelle sind die Lasten mit der internen Nummer angegeben. Die anschließende Tabelle der maßgeblichen Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

generierte Last	Feld	Ewg	orig. Last	W1	W2	A [m]	L [m]
L 1	*	ständig	1	16.60	16.60	0.00	7.01
L 2	*	ständig	2	8.60	8.60	0.00	7.01
L 3	1	Kat. B	3	14.60	14.60	0.00	7.01

gen. Last	Lk 1	Lk 3	Lk 4
L 1	1.35	1.00	1.00
L 2	1.35	1.00	1.00
L 3	1.50	1.00	0.30
Eigengewicht	1.35	1.00	1.00

Bewehrung

Bewehrung



Pos. EG_UZ01.03: Achse 8/9 mit Durchbrüchen

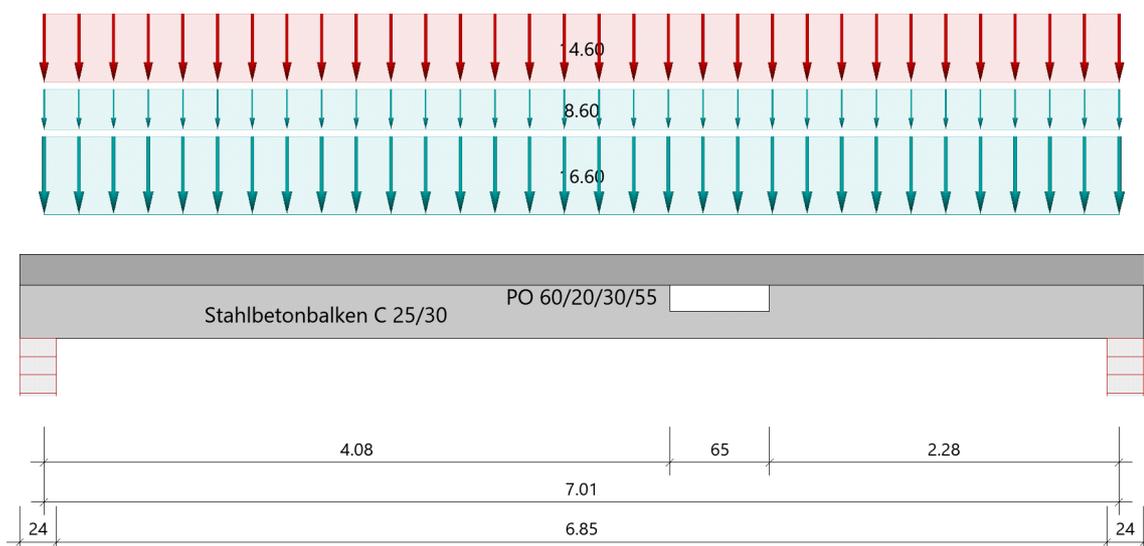
Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/23C (FRILO R-2023-2/P04)

Grundparameter

Stahlbetonbalken $E = 31000 \text{ N/mm}^2$
 DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System

Systembild



Material

Materialauswahl

Beton C 25/30	$f_{ck} = 25.00 \text{ N/mm}^2$	$E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$
Betonstahl B500A	$f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$	$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$
	$k(f_t/f_y) = 1.05$	$\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$ (Bügel und Längsbewehrung)

Geometrie

Querschnitte

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Platte oben	60.0	20.0	30.0	55.0		

Querschnitte mit eff.mitwirkender Breite

x [m]	b ₀ [cm]	h ₀ [cm]	b ₀ [cm]	h ₀ [cm]	b _u [cm]	h _u [cm]	min As _u [cm ²]	min As _o [cm ²]
0.00	60.0	20.0	30.0	55.0	30.0		2.0	2.8
7.01	60.0	20.0	30.0	55.0	30.0		2.0	2.8

Die jeweiligen Plattenbreiten (unten bzw. oben) wurden für die Berechnung der Mindestbewehrung (min As_u bzw. min As_o) auf 3*b₀ begrenzt.

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen ^{*)}		
				Φ _x [kNm/rad]	Φ _y [kNm/rad]	Φ _z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	7.01	-1	-1	0.0	0.0	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Aussparungen

Art	Bezug	Feld	Abstand [m]	u _k [cm]	h [cm]	L [cm]
Rechteck	vom Auflager	Feld 1	4.08 Vorderkante	17.5	17.5	65.0

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		7.01		16.60		Nein	ständig		
	2	GL		7.01		8.60		Nein	ständig		
	3	GL		7.01		14.60		Ja	Kat. B		

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast

Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)

A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger

EG : Lasteinwirkung

Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe

Alt : Alternativgruppe

- Last 1: Decke g
- Last 2: Ausbau
- Last 3: Nutzlast

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 3943 kg mit Gamma = 25.00 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Kat. B: Bürogebäude	0.70	0.50	0.30		1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{Fi} = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	X0
Bewehrungskorrosion	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 8$ mm
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 12$ mm
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10$ mm
Bügel	$c_{min,b} = 10$ mm
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20$ mm
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 12$ mm *5
Betondeckung	$c_{nom,l} = 28$ mm *1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 20$ mm
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40$ mm

*1: mit $c_{min,b}$

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

wirksame Bauteildicke	$h_0 = 19.4$ cm	
Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25$ N/mm ²	
Belastungsalter	$t_0 = 28$ Tage	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.64$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.47$ ‰	

Betondeckung

Betondeckung unten = 2.0 cm oben = 2.0 cm
 links = 2.0 cm rechts = 2.0 cm

Bewehrungslagen unten = 5.1 cm oben = 3.8 cm

Abminderung der Stützmomente $\leq 15\%$

Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze $k_x < .45$ wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal $\cot(\Theta)/2$.

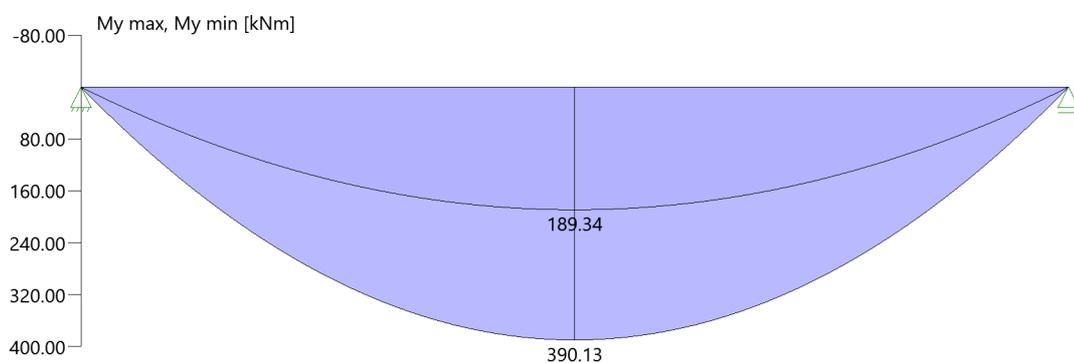
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 24.0$ cm

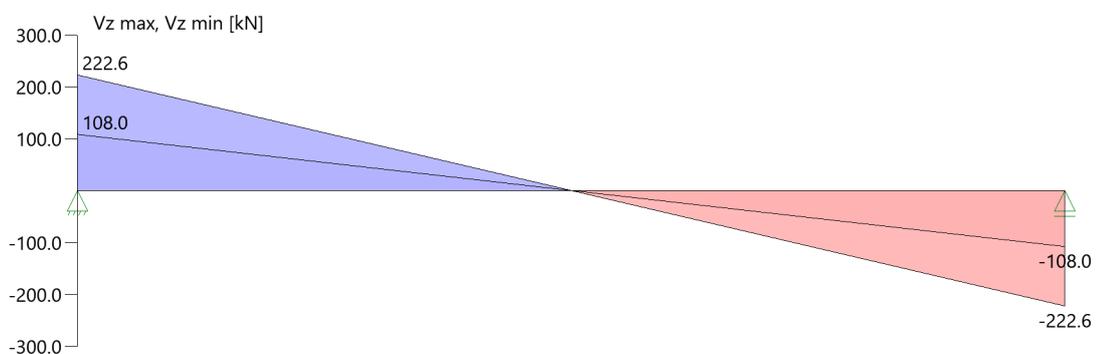
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	x [m]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{z,Ed}$ [kN]	Lk
Feld 1	0.001	0.22	222.6	1
	0.08	17.61	217.5	1
	0.58	118.34	185.8	1
	1.08	203.23	154.1	1
	3.51	390.13	0.0	1
	5.93	203.23	-154.1	1
	6.43	118.34	-185.8	1
	6.93	17.61	-217.5	1
	6.93	17.60	-217.5	1
	7.01	0.22	-222.6	1

Feldbewehrung

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	M_{yd} [kNm]	min M_{yd} [kNm]	d [cm]	k_x	A_{su} [cm ²]	A_{so} [cm ²]	Lk
1	3.51	3.51	390.13	390.13	50.0	0.25	19.7	0.0	1
	6.59	6.59	88.88	88.88	51.2	0.07	4.0	0.0	1

Am ersten Auflager sind mindestens 6.1 cm² zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 6.1 cm² zu verankern.

Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{z,Ed} \cdot \cot(\theta) / 2$ berücksichtigt.

Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		x_{rel} [m]	x [m]	k_z	V_{Ed} [kN]	θ [°]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd,max}$ [kN]	a max [cm]	asw [cm ² /m]	Lk
1	rechts	0.08	0.08	0.89	217.5	25.4	84.3	548.3	VRd,max > VEd		
	rechts	0.58	0.58	0.89	185.8	22.5	84.3	500.1	30.0	3.99	1
	*	1.08	1.08	0.89	154.1	22.5	84.3	500.1	30.0	3.31	1
2	links	0.08	6.93	0.89	-217.5	25.4	84.3	548.3	VRd,max > VEd		
	links	0.58	6.43	0.89	-185.8	22.5	84.3	500.1	30.0	3.99	1
	*	1.08	5.93	0.89	-154.1	22.5	84.3	500.1	30.0	3.31	1

* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie

Der max. Bügelabstand wird mit $\theta \geq 40^\circ$ ermittelt (Heft 525 DAfStb).

Schulterschub

Feld	xa [cm]	xe [cm]	Mli [kNm]	Mre [kNm]	av [cm]	beff [cm]	dFcd [kN]	vEd [kN/m ²]	vEd,zul [kN/m ²]	asf [cm ² /m]
Feld 1	0.5	175.5	1.11	292.88	175.0	60.0	162.3	463.59	5231.79	1.78
	175.5	350.5	292.88	390.13	175.0	60.0	54.1	154.53	5231.79	0.59
	350.5	525.8	390.13	292.60	175.3	60.0	54.2	154.75	5231.79	0.59
	525.8	701.0	292.60	1.11	175.3	60.0	162.1	462.49	5231.79	1.77

Aussparungen

Aussparung Nr 1

in Feld 1, Länge/Höhe=65/17,5 cm Nachweis nach Heft 399 DAfStB S.43 ff

Abstand bis Achse

a = 4.41 m

Abstand der Gurte

z = 36.3 cm

Myd = 364.41 kNm

Ved = 57.2 kN

(max M / zug V)

Myd = 176.86 kNm

Ved = 27.8 kN

(min M / zug V)

Myd = 364.41 kNm

Ved = 57.2 kN

(max V / zug Q)

Druckgurt oben :

d0 = 20.0 cm

d1 = 3.8 cm

Myd = 13.93 kNm

Ved = 42.9 kN

Nd = -1005.3 kN

VRd,c = 65.0 kN

VRd,max = 223.1 kN

Theta = 18.435

erf As1 = erf As2 = 1.7 cm²

erf asB = 4.92 cm²/m

Zuggurt unten :

d0 = 17.5 cm

d1 = 5.1 cm

Myd = 4.67 kNm

Ved = 14.4 kN

Nd = 1005.3 kN

VRd,c = -58.3 kN

VRd,max = 134.9 kN

Theta = 45.000

erf As1 = erf As2 = 11.7 cm²

erf asB = 3.90 cm²/m

Aufhängebewehrung

ZQ_1 = 94.9 kN

erf Asv,li = 2.2 cm²

ZQ_2 = 34.0 kN

erf Asv,re = 0.8 cm²

nach Leonhardt mindestens für 0,8 * max Q bemessen:

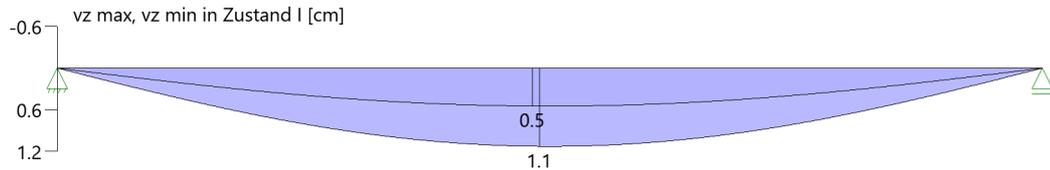
ZQ_3 = 45.7 kN

erf Asv = 1.1 cm²

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	3.51	0.0	0.8	3

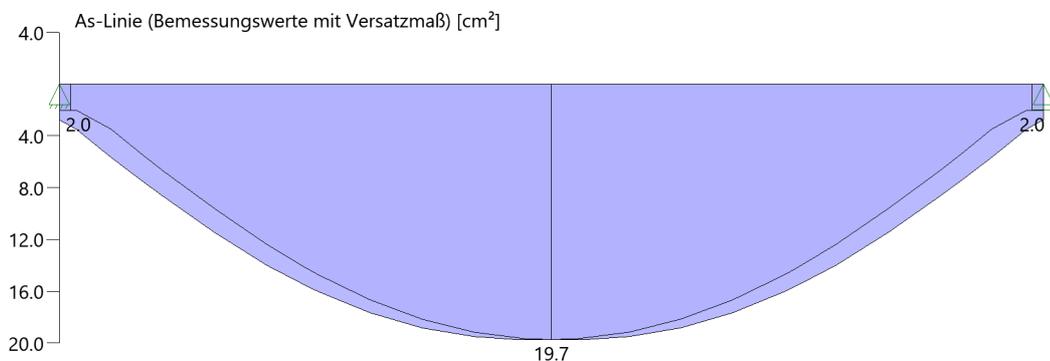
Spannungsbegrenzung

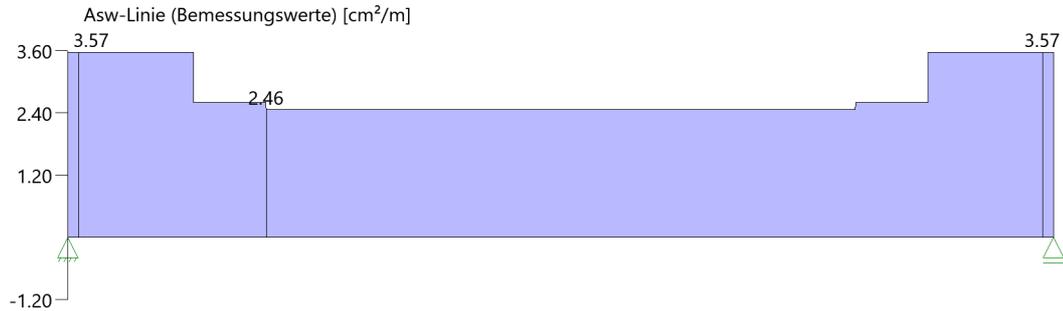
Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

Nachweis der Rissbreite: XC1/X0 --> zul wk = 0.40 mm
nach EN2 7.2(3) $s_C = 0.45 \cdot f_{ck} = 11.25 \text{ N/mm}^2$

Feld	x [m]	M_y [kNm]	A_{su} [cm ²]	A_{so} [cm ²]	$\sigma_S(t=\infty)$ [N/mm ²]	$\sigma_C(t=0)$ [N/mm ²]	vorh ds [mm]	zul ds [mm]	Lfk
Feld 1	3.32	215.65	24.5	12.6	199.62	-10.50	25	100	4
	3.51	216.25	24.5	12.6	200.17	-10.60	25	100	4
	3.69	215.65	24.5	12.6	199.62	-10.50	25	100	4

As-Deckungslinien





Biegebewehrung unten

von [m]	bis [m]	Länge [m]	As,erf.,unten [cm ²]	ΣAs,vorh.,unten [cm ²]	Summe [cm ²]	As,vorh.,unten [Anz. Ø mm]
0,00	7,01	7,01	19,7	24,5	24,5	5Ø25
0,00	7,12	7,12	19,7	0,0	24,5	

Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	As,erf.,oben [cm ²]	ΣAs,vorh.,oben [cm ²]	Summe [cm ²]	As,vorh.,oben [Anz. Ø mm]
0,00	5,14	5,14	0,0	12,6	12,6	4Ø20
5,14	7,01	1,87	0,0	12,6	12,6	4Ø20

Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	As,erf. [cm ² /m]	As,vorh. [cm ² /m]	As,vorh. [Anz. Ø mm / cm]
0,03	3,93	3,90	3,6	10,5	Ø10/15
4,88	6,98	2,10	3,6	10,5	Ø10/15

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x Einwirkung [m]	Rz,min [kN]	Rz,max [kN]	My,min [kNm]	My,max [kNm]
1	0.00 ständig Kat. B: Bürogebäude	108.0	108.0 51.2		
2	7.01 ständig Kat. B: Bürogebäude	108.0	108.0 51.2		

Maßgebliche Kombinationen

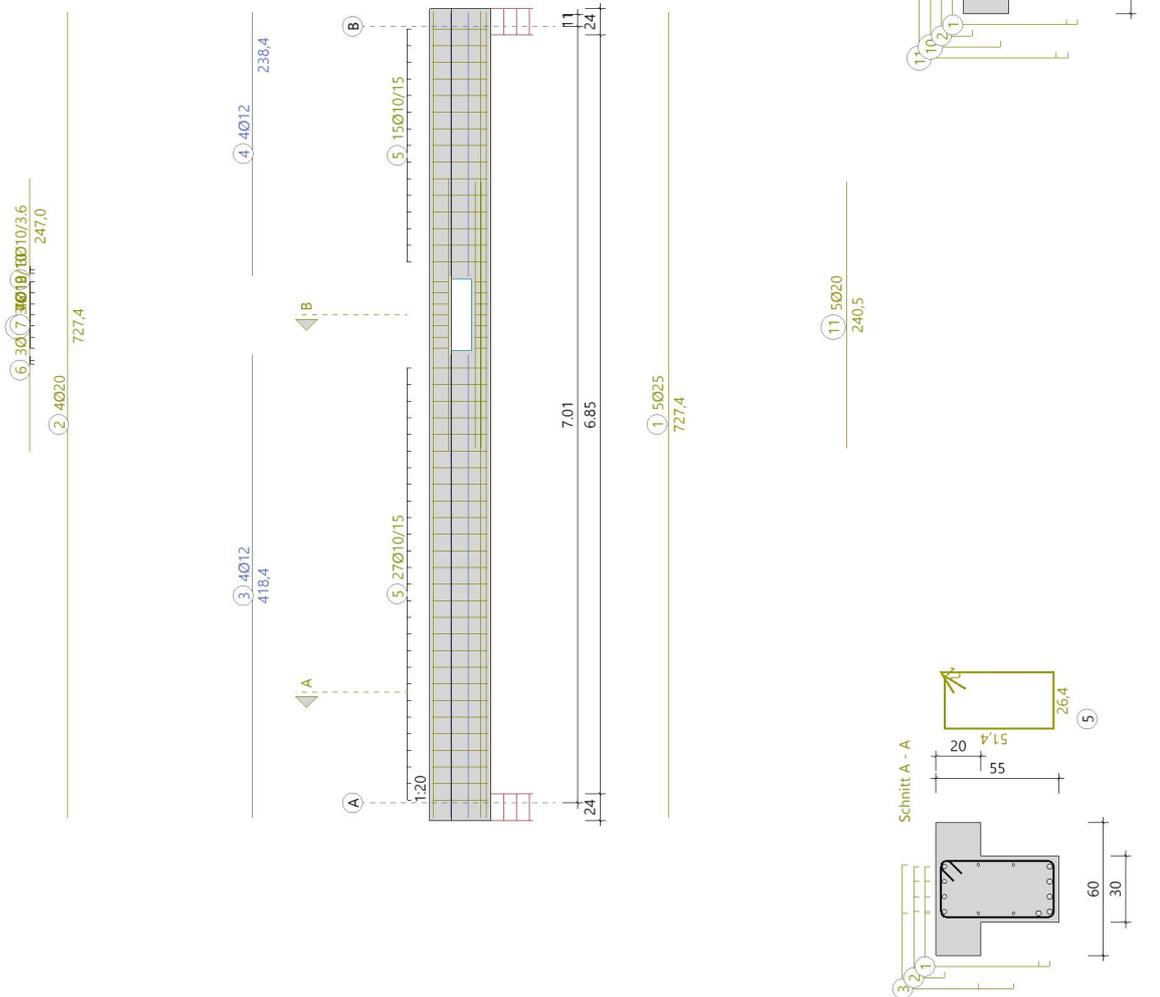
In der folgende Tabelle sind die Lasten mit der internen Nummer angegeben. Die anschließende Tabelle der maßgeblichen Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

generierte Last	Feld	Ewg	orig. Last	W1	W2	A [m]	L [m]
L 1	*	ständig	1	16.60	16.60	0.00	7.01
L 2	*	ständig	2	8.60	8.60	0.00	7.01
L 3	1	Kat. B	3	14.60	14.60	0.00	7.01

gen. Last	Lk 1	Lk 3	Lk 4
L 1	1.35	1.00	1.00
L 2	1.35	1.00	1.00
L 3	1.50	1.00	0.30
Eigengewicht	1.35	1.00	1.00

Bewehrung

Bewehrung



3.2.6 Pos. EG_UZ02: Nebenunterzüge EG

Die Pos. EG_UZ02 bezeichnet die Nebenunterzüge der Decke über EG mit einer lichten Weite von 3,91 m. Der Nachweis der Unterzüge erfolgt grundsätzlich als Rippen im Deckenmodell Pos. EG_DE01 unter Berücksichtigung der Steifigkeiten. Rissweiten und Verformungen werden dabei anhand der eingelegten Bewehrung nichtlinear im Zustand II berechnet. Die nachfolgende Bemessung in Frilo erfolgt unter Berücksichtigung der Durchbrüche in den Unterzügen. Die darin angegebene Bewehrung inkl. Zulagen ist zu berücksichtigen. Die Bewehrung der Unterzüge wird in die angrenzenden Treppenwände weitergeführt.

Auszug Architekturplan



Geometrie/Material

Stahlbeton	C25/30 XC1, WO
Betonstahl	B500
Abmessungen UZ	b = 24 cm / h = 55 cm (inkl. Deckenstärke 20 cm)
Spannweite	l = 3,91 m
Betondeckung	c _{nom} = 2,0 cm
Bewehrung	siehe Frilo-Ausdruckprotokolle der jeweiligen Positionen

Lastannahmen

Ständige Lasten:

Eigenlasten programmintern	Wichte Stahlbeton 25 kN/m ³
Ausbau	siehe Pos. EG_DE01

Veränderliche Lasten:

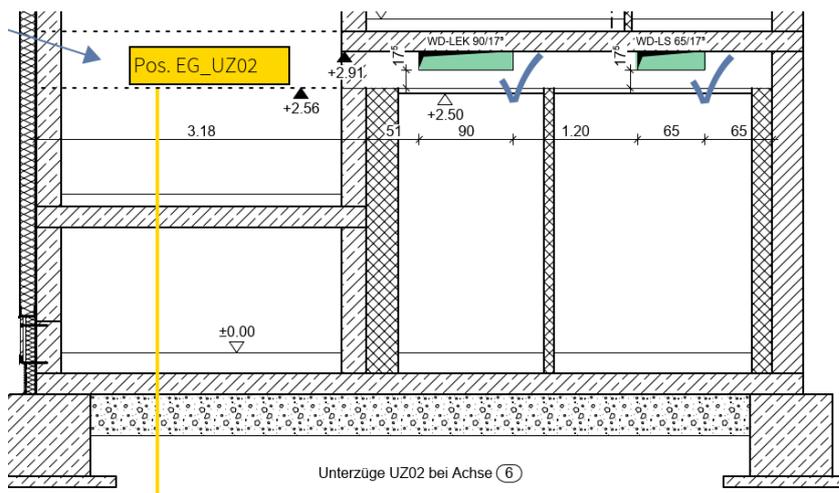
Nutzlasten	siehe Pos. EG_DE01
------------	--------------------

Bemessung

Der Nachweis der Unterzüge erfolgt mit der Bemessung der zugehörigen Decke. Alle GZT und GZG Nachweise sind im Dlubal-Ausdruckprotokoll Pos. EG_DE01 zu finden. Für die Bewehrungsführung sind die Angaben der Frilo-Bemessung unter Berücksichtigung der Durchbrüche maßgebend.

Einflusslänge $a = (6,14 \text{ m} / 2 + 5,74 \text{ m} / 2) \times 0,5 = 2,97 \text{ m}$

(Achse 7 analog)



Lasten

Eigengewicht Stb.-Decke	$25 \text{ kN/m}^3 \times 0,2 \text{ m} \times 3,08 \text{ m} \times 1,1 =$	$g_k =$	16,9	kN/m
Ausbaulast	$2,6 \text{ kN/m}^2 \times 3,08 \text{ m} \times 1,1 =$	$g_k =$	8,8	kN/m
Nutzlast aus Decke	$4,3 \text{ kN/m}^2 \times 3,08 \text{ m} \times 1,1 =$	$g_k =$	14,6	kN/m

Pos. EG_UZ02 Unterzüge EG Achse 6/7 mit Durchbrüchen

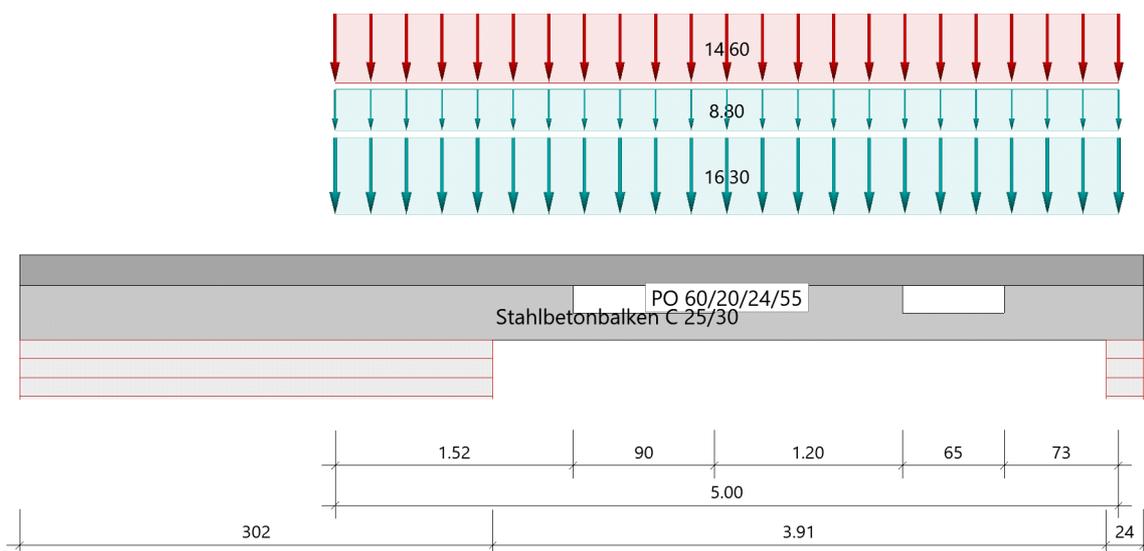
Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/23C (FRILO R-2023-2/P04)

Grundparameter

Stahlbetonbalken $E = 31000 \text{ N/mm}^2$
 DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System

Systembild



Material

Materialauswahl

Beton C 25/30 $f_{ck} = 25.00 \text{ N/mm}^2$ $E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$
 Betonstahl B500A $f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$ $E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$
 $k(f_t/f_y) = 1.05$ $\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$ (Bügel und Längsbewehrung)

Geometrie

Querschnitte

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Platte oben	60.0	20.0	24.0	55.0		

Querschnitte mit eff.mitwirkender Breite

x [m]	bo [cm]	ho [cm]	b0 [cm]	h0 [cm]	bu [cm]	hu [cm]	min Asu [cm ²]	min Aso [cm ²]
0.00	60.0	20.0	24.0	55.0	30.0		1.7	2.6
5.00	60.0	20.0	24.0	55.0	30.0		1.7	2.6

Die jeweiligen Plattenbreiten (unten bzw. oben) wurden für die Berechnung der Mindestbewehrung (min Asu bzw. min Aso) auf $3 \cdot b_0$ begrenzt.

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen ^{*)}		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	5.00	-1	-1	0.0	0.0	0.0

^{*)} -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Aussparungen

Art	Bezug	Feld	Abstand [m]	uk [cm]	h [cm]	L [cm]
Rechteck	vom Auflager	Feld 1	1.52	Vorderkante	17.5	90.0
Rechteck	vom Auflager	Feld 1	3.62	Vorderkante	17.5	65.0

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		5.00		16.30		Nein	ständig		
	2	GL		5.00		8.80		Nein	ständig		
	3	GL		5.00		14.60		Ja	Kat. B		

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast

Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)

A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger

EG : Lasteinwirkung

Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe

Alt : Alternativgruppe

- Last 1: Decke g
- Last 2: Ausbau
- Last 3: Ausbau

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 2550 kg mit $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Kat. B: Bürogebäude	0.70	0.50	0.30		1.50

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{Fi} = 1.0$ Tab. B3

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	X0
Bewehrungskorrosion	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 8$ mm
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 12$ mm
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10$ mm
Bügel	$c_{min,b} = 10$ mm
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20$ mm
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 12$ mm *5
Betondeckung	$c_{nom,l} = 28$ mm *1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 20$ mm
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40$ mm

*1: mit $c_{min,b}$

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

wirksame Bauteildicke	$h_0 = 19.4$ cm	
Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25$ N/mm ²	
Belastungsalter	$t_0 = 28$ Tage	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.68$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.49$ ‰	

Betondeckung

Betondeckung unten = 2.0 cm oben = 2.0 cm
 links = 2.0 cm rechts = 2.0 cm

Bewehrungslagen unten = 3.8 cm oben = 3.6 cm

Abminderung der Stützmomente $\leq 15\%$

Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze $k_x < .45$ wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal $\cot(\Theta)/2$.

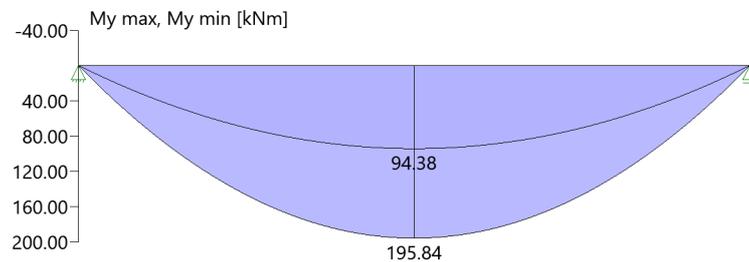
Auflagerbedingungen

- Lager Nr. 1 direkt Mauerwerk $b = 302.0$ cm
- Lager Nr. 2 direkt Mauerwerk $b = 24.0$ cm

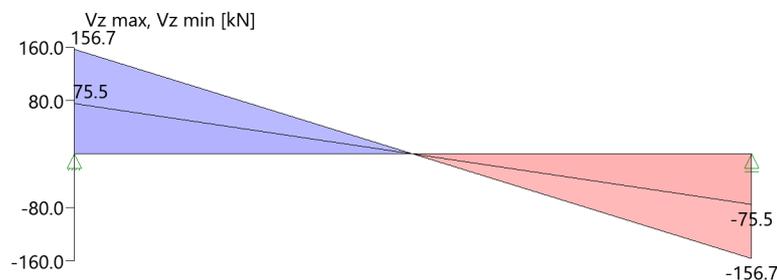
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	x [m]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{z,Ed}$ [kN]	Lk
Feld 1	0.001	0.16	156.6	1
	1.01	125.97	93.6	1
	1.52	165.67	61.5	1
	2.03	188.94	29.4	1
	2.50	195.84	0.0	1
	3.90	134.78	-87.5	1
	4.41	81.77	-119.6	1
	4.92	12.33	-151.7	1
	4.92	12.33	-151.7	1
	5.00	0.16	-156.6	1

Feldbewehrung

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	M_{yd} [kNm]	min M_{yd} [kNm]	d [cm]	k_x	A_{su} [cm ²]	A_{so} [cm ²]	Lk
1	2.50	2.50	195.84	195.84	51.2	0.12	8.8	0.0	1
	4.72	4.72	41.41	41.41	51.4	0.04	1.8	0.0	1

Am ersten Auflager sind mindestens 3.2 cm² zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 5.2 cm² zu verankern.

Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{z,Ed} \cdot \cot(\theta) / 2$ berücksichtigt.

Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		x_{rel} [m]	x [m]	k_z	V_{Ed} [kN]	θ [°]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd,max}$ [kN]	a max [cm]	asw [cm ² /m]	Lk
1	rechts	1.01	1.01	0.89	93.6	18.4	58.8	348.8	VRd,max > VEd		
	rechts	1.52	1.52	0.89	61.5	18.4	58.8	348.8	30.0	1.97 ¹	1
	*	2.03	2.03	0.89	29.4	18.4	58.8	348.8	30.0	1.97 ¹	1
2	links	0.08	4.92	0.89	-151.7	22.4	58.8	409.1	VRd,max > VEd		
	links	0.59	4.41	0.89	-119.6	18.4	58.8	348.8	30.0	2.01	1
	*	1.10	3.90	0.89	-87.5	18.4	58.8	348.8	30.0	1.97 ¹	1

* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie

Der max. Bügelabstand wird mit $\theta \geq 40^\circ$ ermittelt (Heft 525 DAfStb).

1 : Mindestbügelbewehrung

Schulterschub

Feld	xa [cm]	xe [cm]	Mli [kNm]	Mre [kNm]	av [cm]	beff [cm]	dFcd [kN]	vEd [kN/m ²]	vEd,zul [kN/m ²]	asf [cm ² /m]
Feld 1	0.5	125.3	0.78	147.08	124.8	60.0	95.2	381.75	5231.79	1.46
	125.3	250.0	147.08	195.84	124.8	60.0	31.8	127.25	5231.79	0.49
	250.0	375.0	195.84	146.88	125.0	60.0	31.9	127.50	5231.79	0.49
	375.0	500.0	146.88	0.78	125.0	60.0	95.1	380.49	5231.79	1.46

Aussparungen

Aussparung Nr 1

in Feld 1, Länge/Höhe=90/17,5 cm Nachweis nach Heft 399 DAfStB S.43 ff

Abstand bis Achse a = 1.97 m

Abstand der Gurte z = 36.3 cm

$$\begin{aligned} \text{Myd} &= 187.04 \text{ kNm} & \text{Ved} &= 33.3 \text{ kN} & (\text{max M / zug V}) \\ \text{Myd} &= 90.13 \text{ kNm} & \text{Ved} &= 16.0 \text{ kN} & (\text{min M / zug V}) \\ \text{Myd} &= 187.04 \text{ kNm} & \text{Ved} &= 33.2 \text{ kN} & (\text{max V / zug Q}) \end{aligned}$$

Druckgurt oben :

$$\begin{aligned} d_0 &= 20.0 \text{ cm} & d_1 &= 3.6 \text{ cm} \\ \text{Myd} &= 11.81 \text{ kNm} & \text{Ved} &= 26.2 \text{ kN} \\ \text{Nd} &= -516.0 \text{ kN} & \text{VRd,c} &= 59.3 \text{ kN} \\ & & \text{VRd,max} &= 225.8 \text{ kN} \\ & & \text{Theta} &= 18.435 \\ \text{erf As1} = \text{erf As2} &= 0.9 \text{ cm}^2 & \text{erf asB} &= 4.92 \text{ cm}^2/\text{m} \end{aligned}$$

Zuggurt unten :

$$\begin{aligned} d_0 &= 17.5 \text{ cm} & d_1 &= 3.8 \text{ cm} \\ \text{Myd} &= 3.16 \text{ kNm} & \text{Ved} &= 7.0 \text{ kN} \\ \text{Nd} &= 516.0 \text{ kN} & \text{VRd,c} &= -24.8 \text{ kN} \\ & & \text{VRd,max} &= 118.8 \text{ kN} \\ & & \text{Theta} &= 45.000 \\ \text{erf As1} = \text{erf As2} &= 6.1 \text{ cm}^2 & \text{erf asB} &= 1.97 \text{ cm}^2/\text{m} \end{aligned}$$

Aufhängebewehrung

$$\begin{aligned} \text{ZQ}_1 &= 20.3 \text{ kN} & \text{erf Asv,li} &= 0.5 \text{ cm}^2 \\ \text{ZQ}_2 &= 70.3 \text{ kN} & \text{erf Asv,re} &= 1.6 \text{ cm}^2 \\ \text{ZQ}_3 &= 26.6 \text{ kN} & \text{erf Asv} &= 0.6 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

nach Leonhardt mindestens für $0,8 \cdot \max Q$ bemessen:

Aussparung Nr 2

in Feld 1, Länge/Höhe=65/17,5 cm Nachweis nach Heft 399 DAfStB S.43 ff

Abstand bis Achse $a = 3.95 \text{ m}$

Abstand der Gurte $z = 36.3 \text{ cm}$

$M_{yd} = 130.42 \text{ kNm}$	$V_{ed} = 90.6 \text{ kN}$	(max M / zug V)
$M_{yd} = 62.85 \text{ kNm}$	$V_{ed} = 43.7 \text{ kN}$	(min M / zug V)
$M_{yd} = 130.42 \text{ kNm}$	$V_{ed} = 90.6 \text{ kN}$	(max V / zug Q)

Druckgurt oben :

$d_0 = 20.0 \text{ cm}$	$d_1 = 3.6 \text{ cm}$
$M_{yd} = 23.23 \text{ kNm}$	$V_{ed} = 71.5 \text{ kN}$
$N_d = -359.8 \text{ kN}$	$VR_{d,c} = 56.4 \text{ kN}$

$VR_{d,max} = 225.8 \text{ kN}$

$\Theta = 18.435$

erf $As_1 = erf As_2 = 0.6 \text{ cm}^2$

erf $as_B = 4.92 \text{ cm}^2/m$

Zuggurt unten :

$d_0 = 17.5 \text{ cm}$	$d_1 = 3.8 \text{ cm}$
$M_{yd} = 6.22 \text{ kNm}$	$V_{ed} = 19.2 \text{ kN}$
$N_d = 359.8 \text{ kN}$	$VR_{d,c} = -11.7 \text{ kN}$

$VR_{d,max} = 118.8 \text{ kN}$

$\Theta = 45.000$

erf $As_1 = erf As_2 = 5.0 \text{ cm}^2$

erf $as_B = 4.73 \text{ cm}^2/m$

Aufhängebewehrung

$ZQ_1 = 158.2 \text{ kN}$ erf $As_{v,li} = 3.6 \text{ cm}^2$

$ZQ_2 = 45.3 \text{ kN}$ erf $As_{v,re} = 1.0 \text{ cm}^2$

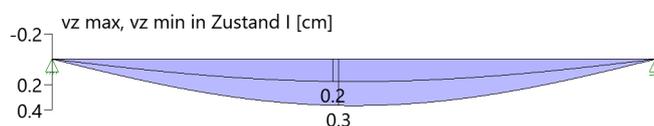
nach Leonhardt mindestens für $0,8 \cdot \max Q$ bemessen:

$ZQ_3 = 72.4 \text{ kN}$ erf $As_v = 1.7 \text{ cm}^2$

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	2.50	0.0	0.2	3

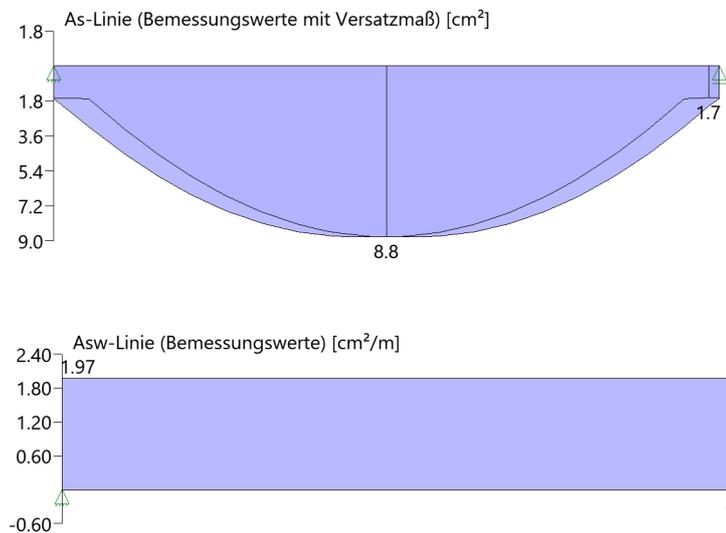
Spannungsbegrenzung

Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

Nachweis der Rissbreite: XC1/X0-- > zul wk = 0.40 mm
nach EN2 7.2(3) $sC = 0.45 \cdot f_{ck} = 11.25 \text{ N/mm}^2$

Feld	x [m]	My [kNm]	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]	$\sigma_S(t=\infty)$ [N/mm ²]	$\sigma_C(t=0)$ [N/mm ²]	vorh ds [mm]	zul ds [mm]	Lfk
Feld 1	2.11	105.37	12.6	6.0	182.42	-6.70	20	100	4
	2.50	108.06	12.6	6.0	187.09	-6.88	20	100	4
	2.89	105.37	12.6	6.0	182.42	-6.70	20	100	4

As-Deckungslinien



Biegebewehrung unten

von [m]	bis [m]	Länge [m]	As,erf.,unten [cm ²]	$\Sigma A_{s,vorh.,unten}$ [cm ²]	Summe [cm ²]	As,vorh.,unten [Anz. Ø mm]
0,03	5,00	4,97	8,8	12,6	12,6	4Ø20
0,03	5,13	5,10	8,8	0,0	12,6	

Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	As,erf.,oben [cm ²]	$\Sigma A_{s,vorh.,oben}$ [cm ²]	Summe [cm ²]	As,vorh.,oben [Anz. Ø mm]
0,03	3,13	3,10	0,0	6,0	6,0	3Ø16
3,13	5,00	1,87	0,0	6,0	6,0	3Ø16

Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [Anz. Ø mm / cm]
2,57	3,47	0,90	2,0	10,5	Ø10/15
4,47	4,92	0,45	2,0	10,5	Ø10/15
4,48	4,93	0,45	2,0	10,5	Ø10/15

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x Einwirkung [m]	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00 ständig Kat. B: Bürogebäude	75.5	75.5 36.5		
2	5.00 ständig Kat. B: Bürogebäude	75.5	75.5 36.5		

Maßgebliche Kombinationen

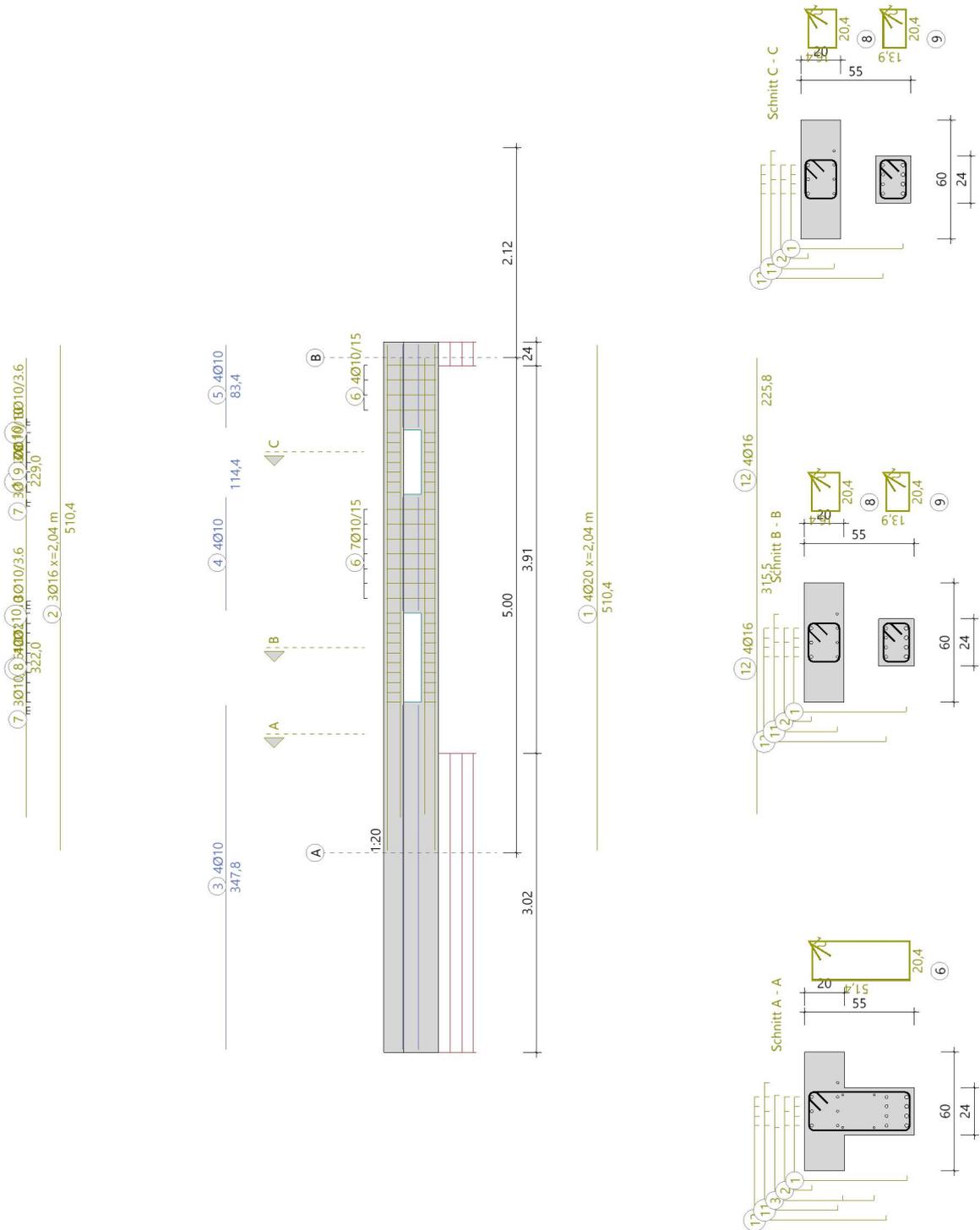
In der folgende Tabelle sind die Lasten mit der internen Nummer angegeben. Die anschließende Tabelle der maßgeblichen Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

generierte Last	Feld	Ewg	orig. Last	W1	W2	A [m]	L [m]
L 1	*	ständig	1	16.30	16.30	0.00	5.00
L 2	*	ständig	2	8.80	8.80	0.00	5.00
L 3	1	Kat. B	3	14.60	14.60	0.00	5.00

gen. Last	Lk 1	Lk 3	Lk 4
L 1	1.35	1.00	1.00
L 2	1.35	1.00	1.00
L 3	1.50	1.00	0.30
Eigengewicht	1.35	1.00	1.00

Bewehrung

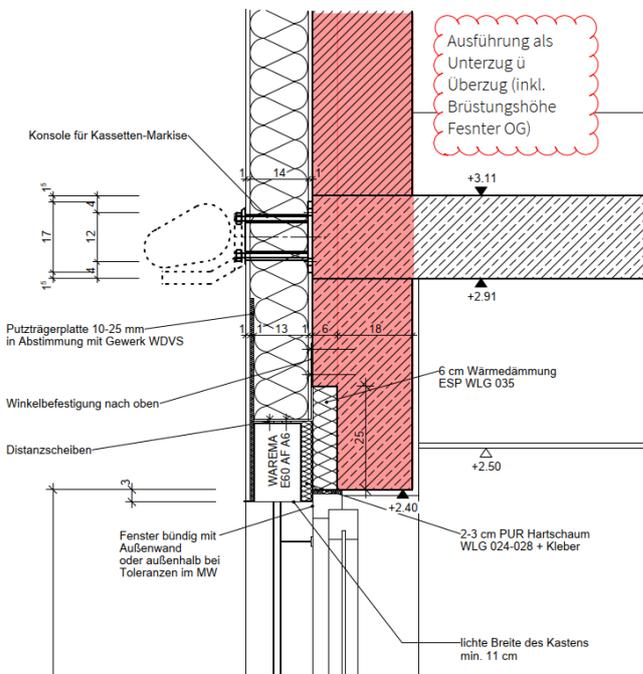
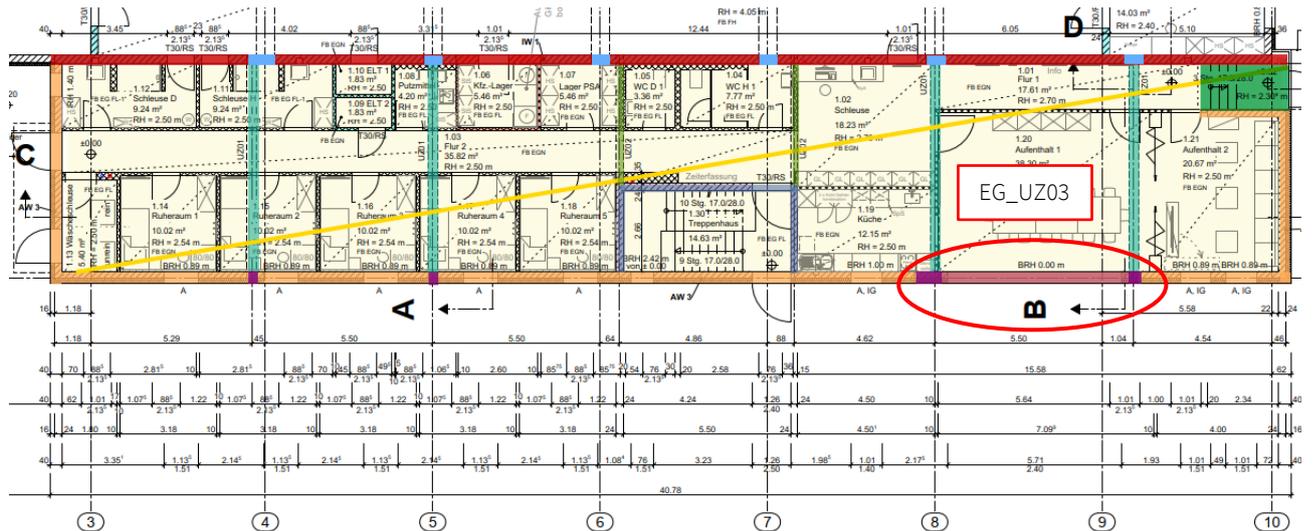
Bewehrung



3.2.7 Pos. EG_UZ03: Unterzug Aufenthaltsraum

Es folgt die Bemessung des Unterzuges im Bereich der großen Fensteröffnung am Aufenthaltsraum 1. Dieser Unterzug dient der Abfangung der Decke über Erdgeschoss und Obergeschoss bei Achse C/8-9. Aufgrund der Anbringung der Außenjalousie wird der Unterzug nur mit einer Breite $b = 18$ cm bemessen.

Auszug Architekturplan



Geometrie/Material

Stahlbeton	C25/30 XC1, WO; w = 0,4 mm
Betonstahl	B500
Abmessungen Decke	h = 20 cm
Abmessungen UZ	b = 18 cm / h = 172cm (inkl. Decke)
Spannweite	l = 5,64 m
Betondeckung	c _{nom} = 2,0 cm (oben + unten)
Bewehrung	oben 2 Ø 12 unten 4 Ø 16 Bügel Ø 10 / 12,5 cm seitl. Längsbewehrung Ø 12 / 15 cm
Verformung	l/500

Lastannahmen

Ständige Lasten:

Eigenlasten programmintern	Wichte Stahlbeton 25 kN/m ³		
aus Pos. EG_DE01 Deckeneigengewicht		g _k =	19,2 kN/m
aus Pos. EG_DE01 Ausbau		g _k =	9,2 kN/m
aus Pos. OG_DE01 Deckeneigengewicht		g _k =	19,4 kN/m
aus Pos. OG_DE01 Ausbau		g _k =	10,8 kN/m
Mauerwerkswand	12,0 kN/m ³ x 3,02 m X 0,24 m =	g _k =	8,7 kN/m

Veränderliche Lasten:

aus Pos. EG_DE01 Nutzlast	q _k =	15,2 kN/m
aus Pos. OG_DE01 Nutzlast	q _k =	2,0 kN/m
aus Pos. OG_DE01 Schnee	q _k =	2,5 kN/m

Bemessung

Alle GZT und GZG Nachweise gemäß FRILO-Ausdruckprotokoll auf den nachfolgenden Seiten.

Nachweis der Rissbreitenbeschränkung

Hinweise nach Tab. 3 sind bei Bauausführung zu beachten

Tabelle 3. Empfohlene Anhaltswerte für die Betonzugfestigkeit bei Zwang aus Abfließen der Hydratationswärme (Tabelle 7 aus DBV [1])

S	1	2	3	4	5
Z	Festigkeitsentwicklung des Betons	Bauteildicke h			
		$\leq 0,30$ m	$\leq 0,80$ m	$\leq 2,0$ m	$> 2,0$ m
1	langsam $(r < 0,30)$ ^{1) 2)}	– ³⁾	$0,60f_{ctm}$	$0,70f_{ctm}$ ⁴⁾	$0,80f_{ctm}$ ⁴⁾
2	mittel $(r < 0,50)$ ¹⁾	$0,65f_{ctm}$	$0,75f_{ctm}$	$0,85f_{ctm}$	$0,95f_{ctm}$
3	schnell $(r \geq 0,50)$ ¹⁾	$0,80f_{ctm}$	$0,90f_{ctm}$	$1,0f_{ctm}$	$1,00f_{ctm}$

¹⁾ Die Festigkeitsentwicklung des Betons wird durch das Verhältnis $r = f_{cm}(2 \text{ d}) / f_{cm}(28 \text{ d})$ beschrieben, das bei der Eignungsprüfung oder auf der Grundlage eines bekannten Verhältnisses von Beton vergleichbarer Zusammensetzung (d. h. gleicher Zement, gleicher w/z-Wert) ermittelt wurde.
Wird bei besonderen Anwendungen die Druckfestigkeit zu einem späteren Zeitpunkt $t > 28$ Tage bestimmt, ist das Verhältnis der mittleren Druckfestigkeit nach 2 Tagen $f_{cm}(2 \text{ d})$ zur mittleren Druckfestigkeit zum Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit $f_{cm}(t)$ zu ermitteln oder es ist vom Betonhersteller eine Festigkeitsentwicklungskurve bei 20 °C zwischen 2 Tagen und dem Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit anzugeben.

²⁾ Bei Festigkeitsklassen $\geq C30/37$ ist es i. d. R. nicht möglich, das Festigkeitsverhältnis $r \leq 0,30$ bezogen auf 28 Tage zu begrenzen. In diesen Fällen ist es erforderlich, den Zeitpunkt des Nachweises der Festigkeitsklasse auf einen späteren Zeitpunkt (z. B. 56 Tage) zu vereinbaren.

³⁾ Die Auslegung der Bewehrung bei dünnen Bauteilen auf eine langsame Festigkeitsentwicklung ist nicht sinnvoll. Es sollte grundsätzlich mindestens eine mittlere Festigkeitsentwicklung angenommen werden.

⁴⁾ Der empfohlene Anhaltswert für massige Bauteile ist erst bei der Verwendung von langsam erhärtenden Betonen mit einem Prüfalter von 91 Tagen zu erwarten.

Begrenzung der Rissbreite unter zentrischen Zwang $k_c = 1,0$			
(Direkte Berechnung nach DIN EN 1992-1-1, 7.3.2 + NA)			
Bewehrungsrichtung		x- Richtung	y- Richtung
Beton	Betongüte	C25/30	
	Betonzugfestigkeit	f_{ctm} [N/mm ²]	2,60
	Festigkeitsentwicklung des Betons	r	< 0,5
	Beiwert für Zeitpunkt Rissbildung	$k_{z,t}$ [%]	65
	wirksame Zugfestigkeit	$f_{ct,eff}$ [N/mm ²]	1,69
Bewehrung	Stahlsorte	B	B 500
	Elastizitätsmodul	E_s [N/mm ²]	200.000
		E_{cm} [N/mm ²]	31.000
	Durchmesser	d_s/d_{sv} [mm]	10 12
	Stababstand	s [cm]	12,5 15,0
	Mattenbewehrung	(j / n)	n n
	Querschnitt je Bauteilseite	$A_{s1}=A_{s2}$ [cm ² /m]	6,28 7,54
	Gesamtquerschnitt	vorh A_s [cm ² /m]	12,57 15,08
Abmessung	Betonüberdeckung	c_{nom} [cm]	3,5 4,5
	Bauteilhöhe	h [cm]	24,0
	Betonquerschnitt	A_{ct} [cm ² /m]	2.400,0
	Achsabstand Bewehrung	d_1 [cm]	4,0 5,1
	Wirkungstiefe Bewehrung	h_{eff} [cm]	10,4 12,0
	wirksame Betonzugfläche	$A_{c,eff}$ [cm ² /m]	2.080,0 2.400,0
Beiwerte	Spannungsverteilung innerhalb Zugzone	k_c	1,00
	Verteilung Betonzug-spannungen	k	0,80
	effektiver Bewehrungsgrad	$_{eff} \rho$	0,6% 0,6%
	geometrischer Bewehrungsgrad	ρ_{tot}	0,6% 0,6%
	Betonstahlspannung im Riss		
	$\sigma_s = k_c * k * f_{ct,eff} * A_c / A_s$		258,21 215,18
	mittlere Differenzdehnung Stahl - Beton	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0,077% 0,065%
	Maximaler Rissabstand	$s_{r,max}$ [mm]	424 424
Achtung bei Mattenbewehrung (DIN EN 1992-1-1-NA, 7.3.4(3)):	Rissabstand < doppelte Maschenweite	$s_{r,max}$ [mm] <	250 300
Vorhandene rechnerische Rissweite		w_k [mm]	0,329 0,274

Pos. EG_UZ03 Unterzug Aufenthalt 1

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/23C (FRILO R-2023-2/P04)

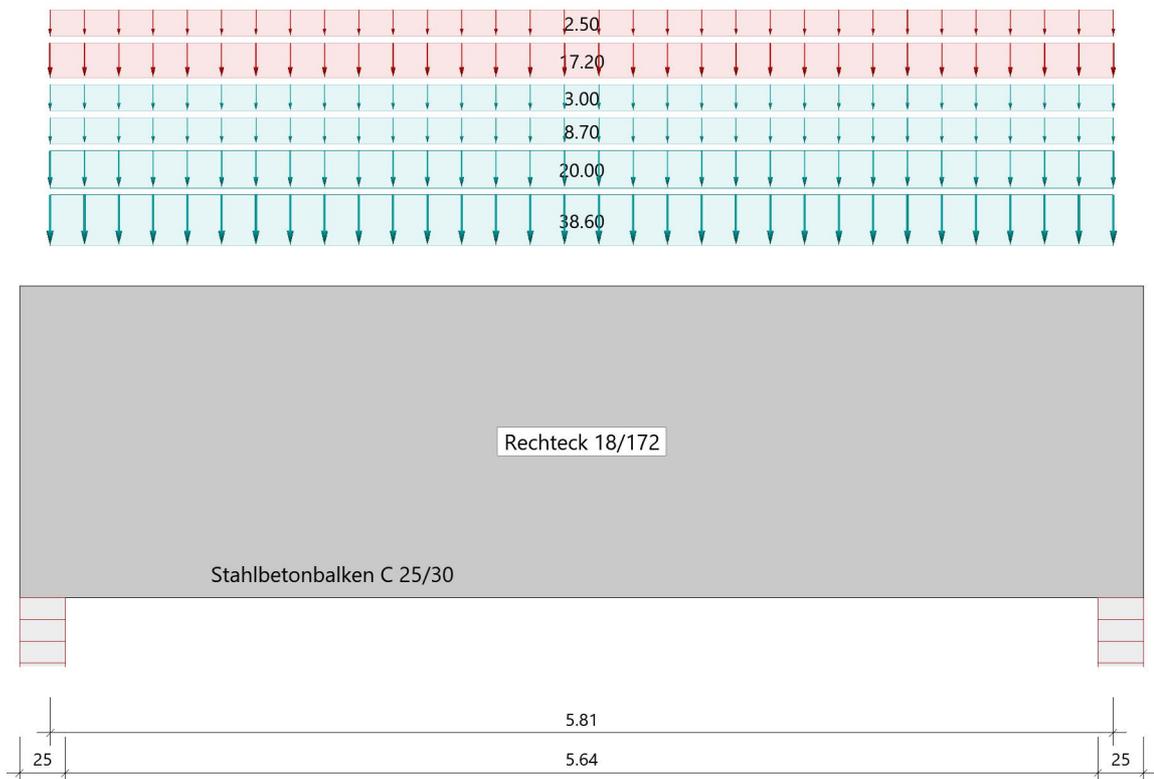
Grundparameter

Stahlbetonbalken $E = 31000 \text{ N/mm}^2$

DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System

Systembild



Material

Materialauswahl

Beton C 25/30 $f_{ck} = 25.00 \text{ N/mm}^2$ Betonstahl B500A $f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$ $k(f_t/f_y) = 1.05$ $E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$ $E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$ $E_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$ (Bügel und Längsbewehrung)

Geometrie

Querschnitte

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			18.0	172.0		

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u_y [kN/m]	u_z [kN/m]	Verdrehungen ^{*)}		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	5.81	-1	-1	0.0	0.0	0.0

^{*)} -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		5.81		38.60		Nein	ständig		
	2	GL		5.81		20.00		Nein	ständig		
	3	GL		5.81		8.70		Nein	ständig		
	4	GL		5.81		17.20		Ja	Kat. B		
	5	GL		5.81		2.50		Ja	Schnee		
	6	GL		5.81		3.00		Nein	ständig		

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast

Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)

A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger

EG : Lasteinwirkung

Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe

Alt : Alternativgruppe

- Last 1: Decken g
- Last 2: Ausbau
- Last 3: MW-Wand
- Last 4: Decken q
- Last 5: Decken q
- Last 6: UZ Breite

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 4497 kg mit Gamma = 25.00 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Kat. B: Bürogebäude	0.70	0.50	0.30		1.50
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.50

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{Fi} = 1.0$ Tab. B3

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

	oben	unten
Betonangriff	W0	X0
Bewehrungskorrosion	XC1	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 8$ mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 20$ mm	$d_{s,l} = 16$ mm
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10$ mm	$\Delta C_{dev} = 10$ mm
Bügel	$c_{min,b} = 10$ mm	$c_{min,b} = 10$ mm
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20$ mm	$c_{nom,b} = 20$ mm
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 20$ mm *5	$c_{min,l} = 16$ mm *5
Betondeckung	$c_{nom,l} = 30$ mm	$c_{nom,l} = 28$ mm *1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 22$ mm	$c_{v,b} = 20$ mm
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40$ mm	$w_{max} = 0.40$ mm

*1: mit $c_{min,b}$

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

wirksame Bauteildicke	$h_0 = 17.9$ cm	
Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25$ N/mm ²	
Belastungsalter	$t_0 = 28$ Tage	t= unendlich
Kriechzahl	$\phi(t_0,t) = 2.72$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.50$ ‰	

Betondeckung

Betondeckung unten = 2.0 cm oben = 2.2 cm
 links = 2.0 cm rechts = 2.0 cm

Bewehrungslagen unten = 5.8 cm oben = 5.7 cm

Abminderung der Stützmomente $\leq 15\%$

Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze $k_x < .45$ wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal $\cot(\Theta)/2$.

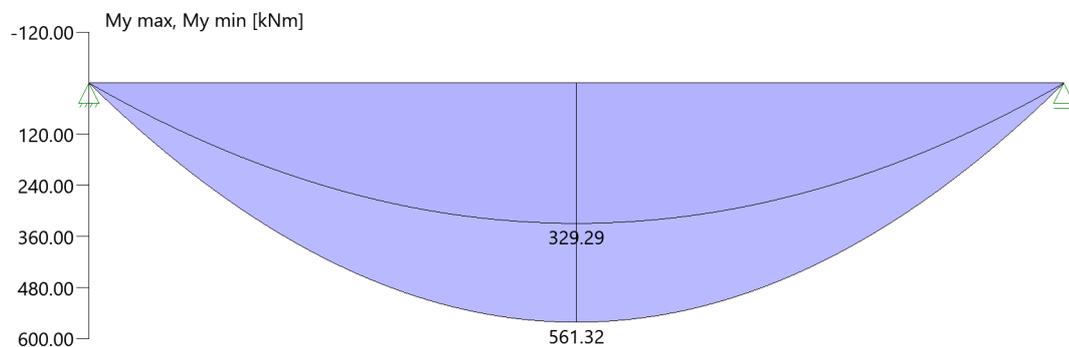
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 25.0$ cm

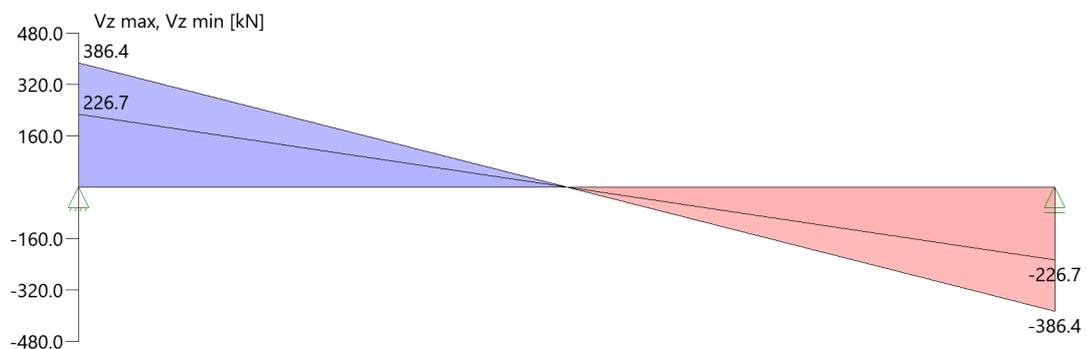
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	x [m]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{z,Ed}$ [kN]	Lk
Feld 1	0.001	0.39	386.3	1
	0.08	31.74	375.4	1
	1.75	471.87	154.3	1
	2.91	561.32	0.0	1
	4.06	471.87	-154.3	1
	5.73	31.74	-375.4	1
	5.73	31.72	-375.4	1
	5.81	0.39	-386.3	1

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min M_u [kNm]	erf A_{su} [cm ²]	min M_o [kNm]	erf A_{so} [cm ²]
18.0/172.0	227.65	3.0	-227.65	3.0

Plattenbreite wurde für die Berechnung von M_y auf $3 \cdot b_0$ begrenzt.

Feldbewehrung

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	M_{yd} [kNm]	min M_{yd} [kNm]	d [cm]	k_x	A_{su} [cm ²]	A_{so} [cm ²]	Lk
1	2.91	2.91	561.32	561.32	166.2	0.11	7.7	0.0	1
	5.44	5.44	133.88	133.88	166.3	0.04	3.0	0.0 ¹	1

Am ersten Auflager sind mindestens 13.0 cm² zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 13.0 cm² zu verankern.

Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{,Ed} \cdot \cot(\Theta) / 2$ berücksichtigt.

¹ : Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1 9.2.1.1 (1)

Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		x_{rel} [m]	x [m]	k_z	V_{Ed} [kN]	θ [°]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd,max}$ [kN]	a max [cm]	asw [cm ² /m]	Lk
1	rechts	0.08	0.08	0.96	375.4	21.0	88.2	1025.5	$V_{Rd,max} > V_{Ed}$		
	rechts	1.75	1.75	0.96	154.3	18.4	88.2	918.4	30.0	1.48 ¹	1
	*	2.91	2.91	0.96	0.0	18.4	88.2	912.2	30.0	1.48 ¹	1
2	links	0.08	5.73	0.96	-375.4	21.0	88.2	1025.5	$V_{Rd,max} > V_{Ed}$		
	links	1.75	4.06	0.96	-154.3	18.4	88.2	918.4	30.0	1.48 ¹	1
	*	2.91	2.91	0.96	0.0	18.4	88.2	912.2	30.0	1.48 ¹	1

* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie

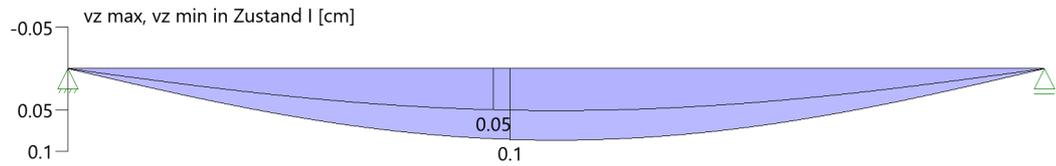
Der max. Bügelabstand wird mit $\theta \geq 40^\circ$ ermittelt (Heft 525 DAfStb).

¹ : Mindestbügelbewehrung

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit

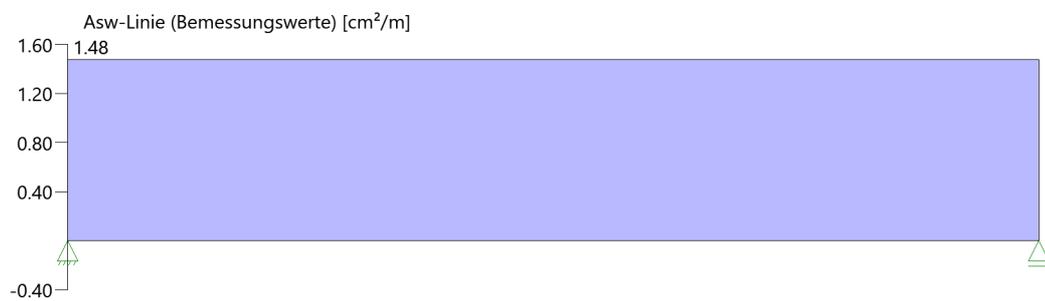
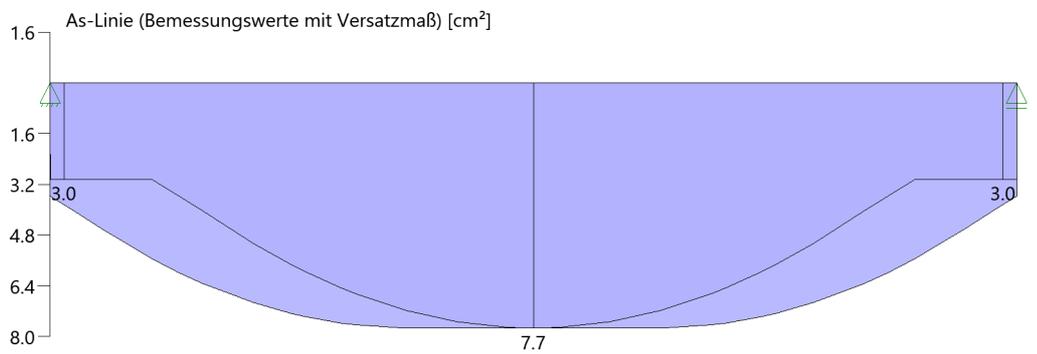


Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	2.91	0.0	0.1	3

As-Deckungslinien



Biegebewehrung unten

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,unten}$ [cm ²]	$\Sigma A_{s,vorh.,unten}$ [cm ²]	Summe [cm ²]	$A_{s,vorh.,unten}$ [Anz. Ø mm]
0,00	5,81	5,81	7,7	12,6	12,6	4Ø20

Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,oben}$ [cm ²]	$\Sigma A_{s,vorh.,oben}$ [cm ²]	Summe [cm ²]	$A_{s,vorh.,oben}$ [Anz. Ø mm]
0,00	5,81	5,81	0,0	8,0	8,0	4Ø16

Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [Anz. Ø mm / cm]
0,05	5,76	5,70	1,5	10,5	Ø10/15

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x Einwirkung [m]	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00 ständig Kat. B: Bürogebäude Schnee H < 1000 m	226.7	226.7 50.0 7.3		
2	5.81 ständig Kat. B: Bürogebäude Schnee H < 1000 m	226.7	226.7 50.0 7.3		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x Lk [m]	R_z [kN]	M_y [kNm]	R_y [kN]	M_z [kNm]
1	0.00 Lk 1	386.4			
	Lk 2	226.7			
2	5.81 Lk 1	386.4			
	Lk 2	226.7			

Maßgebliche Kombinationen

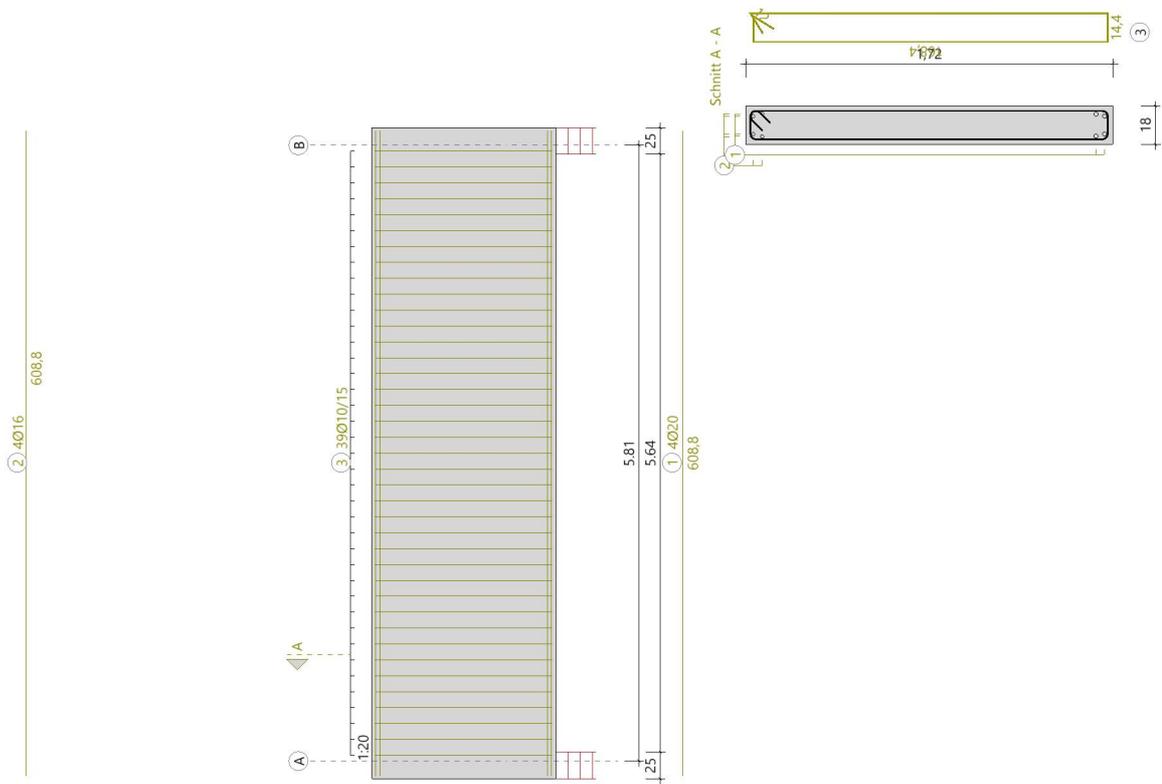
In der folgende Tabelle sind die Lasten mit der internen Nummer angegeben. Die anschließende Tabelle der maßgeblichen Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

generierte Last	Feld	Ewg	orig. Last	W1	W2	A [m]	L [m]
L 1	*	ständig	1	38.60	38.60	0.00	5.81
L 2	*	ständig	2	20.00	20.00	0.00	5.81
L 3	*	ständig	3	8.70	8.70	0.00	5.81
L 4	*	ständig	6	3.00	3.00	0.00	5.81
L 5	1	Kat. B	4	17.20	17.20	0.00	5.81
L 6	1	Schnee	5	2.50	2.50	0.00	5.81

gen. Last	Lk 1	Lk 2	Lk 3
L 1	1.35	1.00	1.00
L 2	1.35	1.00	1.00
L 3	1.35	1.00	1.00
L 4	1.35	1.00	1.00
L 5	1.50		1.00
L 6	0.75		0.50
Eigengewicht	1.35	1.00	1.00

Bewehrung

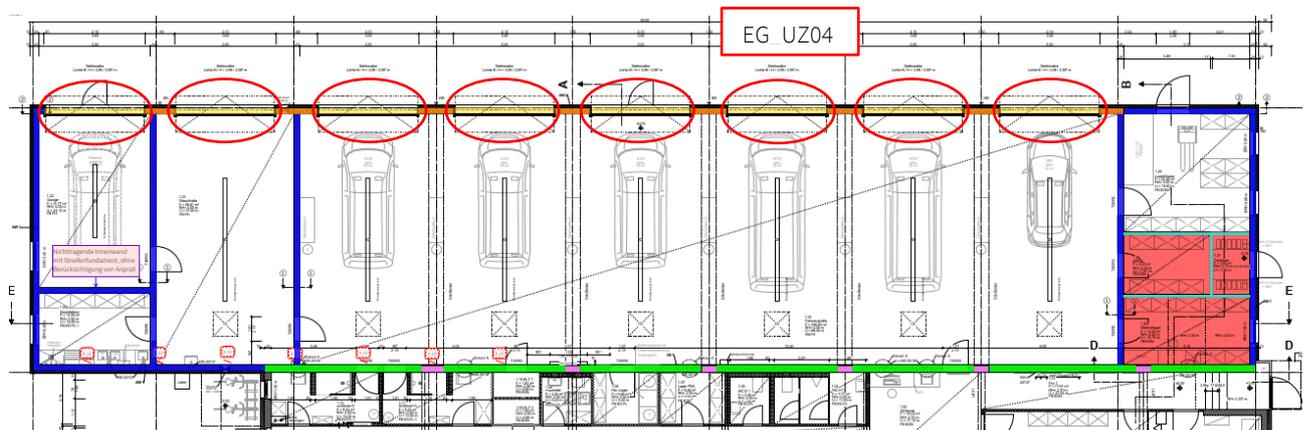
Bewehrung



3.2.8 Pos. EG_UZ04: Toreinfahrten Unterzüge, Achse A

Es folgt die Bemessung der Unterzüge oberhalb der Toröffnungen in der Fahrzeughalle.

Auszug Architekturplan



Geometrie/Material

Stahlbeton	C25/30 XC3, W0	$w = 0,30 \text{ mm}$
Betonstahl	B500	
Abmessungen UZ	$b = 24 \text{ cm} / h = 141 \text{ cm}$	
Spannweite	$l = 4,1 \text{ m}$	
Betondeckung	$c_{\text{nom}} = 3,5 \text{ cm}$ (umlaufend)	
Bewehrung	oben $2 \text{ } \varnothing 12$	
	unten $4 \text{ } \varnothing 12$	
	seitlich je $\varnothing 12 / 15 \text{ cm}$	
	Bügel $\varnothing 8 / 25 \text{ cm}$	
Verformung	$l/300$	

Lastannahmen

Ständige Lasten:

Eigenlasten programmintern	Wichte Stahlbeton 25 kN/m^3
----------------------------	---------------------------------------

Veränderliche Lasten:

Rolltor $l = 4 \text{ m}$	$0,5 \text{ kN/m}^2 \times 5,5 \text{ m} =$	$g_k =$	2,80	kN/m
Windsog (Bereich B bei geschl. Toren)	$0,47 \text{ kN/m}^2 \times 1,3 \text{ m} =$	$w_k =$	0,60	kN/m
Windinnendruck aufgrund günstiger Wirkung vernachlässigt				

Bemessung

Alle GZT und GZG Nachweise gemäß FRILO-Ausdruckprotokoll auf den nachfolgenden Seiten.

Nachweis der Rissbreitenbeschränkung

Hinweise nach Tab. 3 sind bei Bauausführung zu beachten

Tabelle 3. Empfohlene Anhaltswerte für die Betonzugfestigkeit bei Zwang aus Abfließen der Hydratationswärme (Tabelle 7 aus DBV [1])

S	1	2	3	4	5
Z	Festigkeitsentwicklung des Betons	Bauteildicke h			
		$\leq 0,30$ m	$\leq 0,80$ m	$\leq 2,0$ m	$> 2,0$ m
1	langsam $(r < 0,30)$ ^{1) 2)}	– ³⁾	$0,60f_{ctm}$	$0,70f_{ctm}$ ⁴⁾	$0,80f_{ctm}$ ⁴⁾
2	mittel $(r < 0,50)$ ¹⁾	$0,65f_{ctm}$	$0,75f_{ctm}$	$0,85f_{ctm}$	$0,95f_{ctm}$
3	schnell $(r \geq 0,50)$ ¹⁾	$0,80f_{ctm}$	$0,90f_{ctm}$	$1,0f_{ctm}$	$1,00f_{ctm}$

¹⁾ Die Festigkeitsentwicklung des Betons wird durch das Verhältnis $r = f_{cm}(2 \text{ d}) / f_{cm}(28 \text{ d})$ beschrieben, das bei der Eignungsprüfung oder auf der Grundlage eines bekannten Verhältnisses von Beton vergleichbarer Zusammensetzung (d. h. gleicher Zement, gleicher w/z-Wert) ermittelt wurde.
Wird bei besonderen Anwendungen die Druckfestigkeit zu einem späteren Zeitpunkt $t > 28$ Tage bestimmt, ist das Verhältnis der mittleren Druckfestigkeit nach 2 Tagen $f_{cm}(2 \text{ d})$ zur mittleren Druckfestigkeit zum Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit $f_{cm}(t)$ zu ermitteln oder es ist vom Betonhersteller eine Festigkeitsentwicklungskurve bei 20 °C zwischen 2 Tagen und dem Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit anzugeben.

²⁾ Bei Festigkeitsklassen $\geq C30/37$ ist es i. d. R. nicht möglich, das Festigkeitsverhältnis $r \leq 0,30$ bezogen auf 28 Tage zu begrenzen. In diesen Fällen ist es erforderlich, den Zeitpunkt des Nachweises der Festigkeitsklasse auf einen späteren Zeitpunkt (z. B. 56 Tage) zu vereinbaren.

³⁾ Die Auslegung der Bewehrung bei dünnen Bauteilen auf eine langsame Festigkeitsentwicklung ist nicht sinnvoll. Es sollte grundsätzlich mindestens eine mittlere Festigkeitsentwicklung angenommen werden.

⁴⁾ Der empfohlene Anhaltswert für massige Bauteile ist erst bei der Verwendung von langsam erhärtenden Betonen mit einem Prüfalter von 91 Tagen zu erwarten.

(Direkte Berechnung nach DIN EN 1992-1-1, 7.3.2 + NA)				
Bewehrungsrichtung			x-Richtung	y-Richtung
Beton	Betongüte		C25/30	
	Betonzugfestigkeit	f_{ctm} [N/mm ²]	2,60	
	Festigkeitsentwicklung des Betons	r	< 0,5	
	Beiwert für Zeitpunkt Rissbildung	$k_{z,t}$ [%]	65	
	wirksame Zugfestigkeit	$f_{ct,eff}$ [N/mm ²]	1,69	
Bewehrung	Stahlsorte	B	B 500	
	Elastizitätsmodul	E_s [N/mm ²]	200.000	
		E_{cm} [N/mm ²]	31.000	
	Durchmesser	d_s/d_{sv} [mm]	12	12
	Stababstand	s [cm]	15,0	15,0
	Mattenbewehrung	(j / n)	n	n
	Querschnitt je Bauteilseite	$A_{s1}=A_{s2}$ [cm ² /m]	7,54	7,54
	Gesamtquerschnitt	vorh A_s [cm ² /m]	15,08	15,08
Abmessung	Betonüberdeckung	c_{nom} [cm]	3,5	4,7
	Bauteilhöhe	h [cm]	24,0	
	Betonquerschnitt	A_{ct} [cm ² /m]	2.400,0	
	Achsabstand Bewehrung	d_1 [cm]	4,1	5,3
	Wirkungstiefe Bewehrung	h_{eff} [cm]	10,6	12,0
	wirksame Betonzugfläche	$A_{c,eff}$ [cm ² /m]	2.120,0	2.400,0
Beiwerte	Spannungsverteilung innerhalb Zugzone	k_c	1,00	
	Verteilung Betonzug-spannungen	k	0,80	
	effektiver Bewehrungsgrad	$_{eff} \rho$	0,7%	0,6%
	geometrischer Bewehrungsgrad	ρ_{tot}	0,7%	0,6%
	Betonstahlspannung im Riss			
	$\sigma_s = k_c * k * f_{ct,eff} * A_c / A_s$		215,18	215,18
	mittlere Differenzdehnung Stahl - Beton	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0,065%	0,065%
	Maximaler Rissabstand	$s_{r,max}$ [mm]	424	424
Achtung bei Mattenbewehrung (DIN EN 1992-1-1-NA, 7.3.4(3)):				
	Rissabstand < doppelte Maschenweite	$s_{r,max}$ [mm] <	300	300
Vorhandene rechnerische Rissweite		w_k [mm]	0,274	0,274

Pos. EG_UZ04

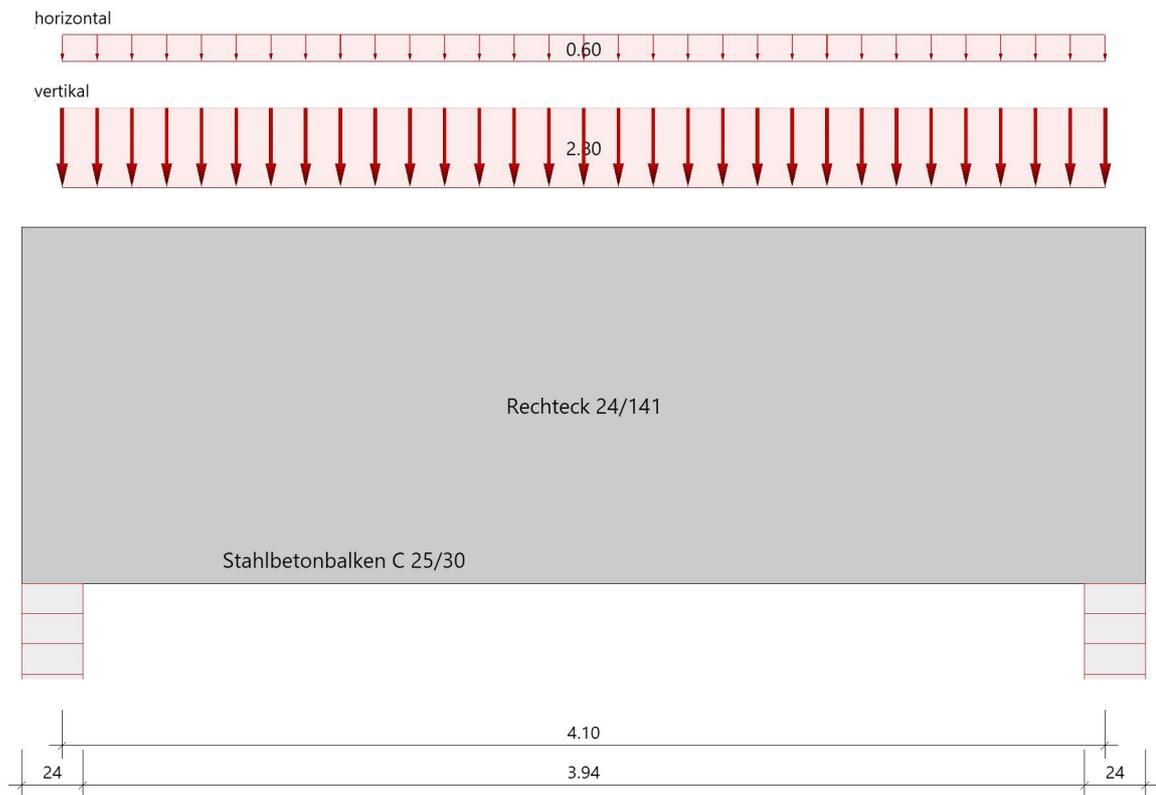
Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/23C (FRILO R-2023-2/P04)

Grundparameter

Stahlbetonbalken 2-achsig $E = 31000 \text{ N/mm}^2$
DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System

Systembild



Material

Materialauswahl

Beton C 25/30	$f_{ck} = 25.00 \text{ N/mm}^2$	$E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$
Betonstahl B500A	$f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$	$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$
	$k(f_t/f_y) = 1.05$	$\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$ (Bügel und Längsbewehrung)

Geometrie

Querschnitte

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			24.0	141.0		

Feld 1 muss ggf. zusätzlich als Scheibe nachgewiesen werden.

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen ^{*)}		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	4.10	-1	-1	0.0	0.0	0.0

^{*)} -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt	Phi
System	1	GL		4.10		2.80		Ja	Kat. B			
	2	GL		4.10		0.60		Ja	Kat. B			90.00

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast

Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)

A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger

EG : Lasteinwirkung

Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe

Alt : Alternativgruppe

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 3469 kg mit $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Kat. B: Bürogebäude	0.70	0.50	0.30		1.50

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{Fi} = 1.0$ Tab. B3

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	W0
Bewehrungskorrosion	XC3
Mindestbetonklasse	C 20/25
Bügel	$d_{s,b} = 10$ mm
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 12$ mm
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 15$ mm
Bügel	$c_{min,b} = 20$ mm
Betondeckung	$c_{nom,b} = 35$ mm
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 20$ mm
Betondeckung	$c_{nom,l} = 45$ mm *1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 35$ mm
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.30$ mm

*1: mit $c_{min,b}$

Kriechzahl und Schwindmaß

wirksame Bauteildicke	$h_0 = 20.2$ cm	
Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25$ N/mm ²	
Belastungsalter	$t_0 = 28$ Tage	t= unendlich
Kriechzahl	$\phi(t_0,t) = 2.62$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.47$ ‰	

Betondeckung

Betondeckung	unten = 3.0 cm	oben = 3.0 cm
	links = 3.0 cm	rechts = 3.0 cm
Bewehrungslagen	unten = 4.6 cm	oben = 4.6 cm

Abminderung der Stützmomente ≤ 15 %

Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze $k_x < .45$ wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal $\cot(\Theta)/2$.

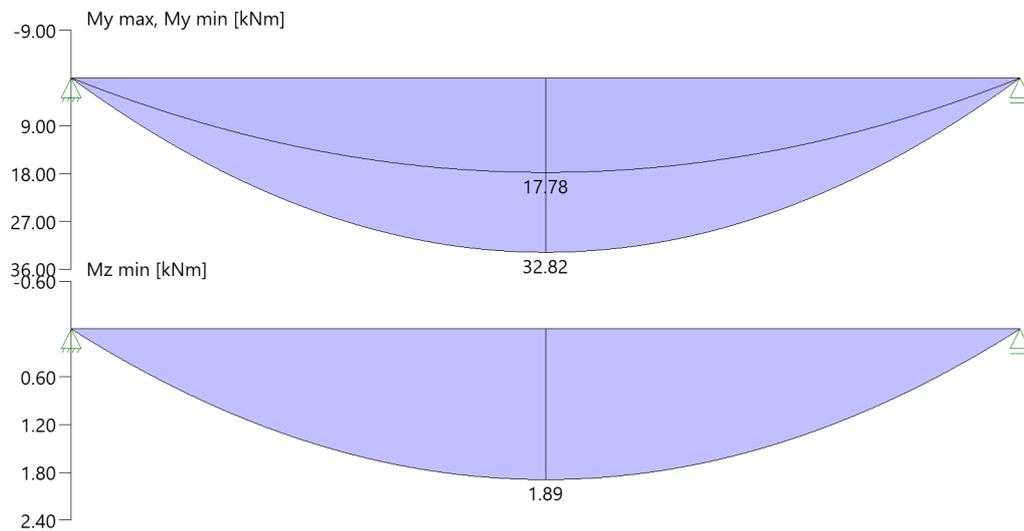
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 24.0$ cm

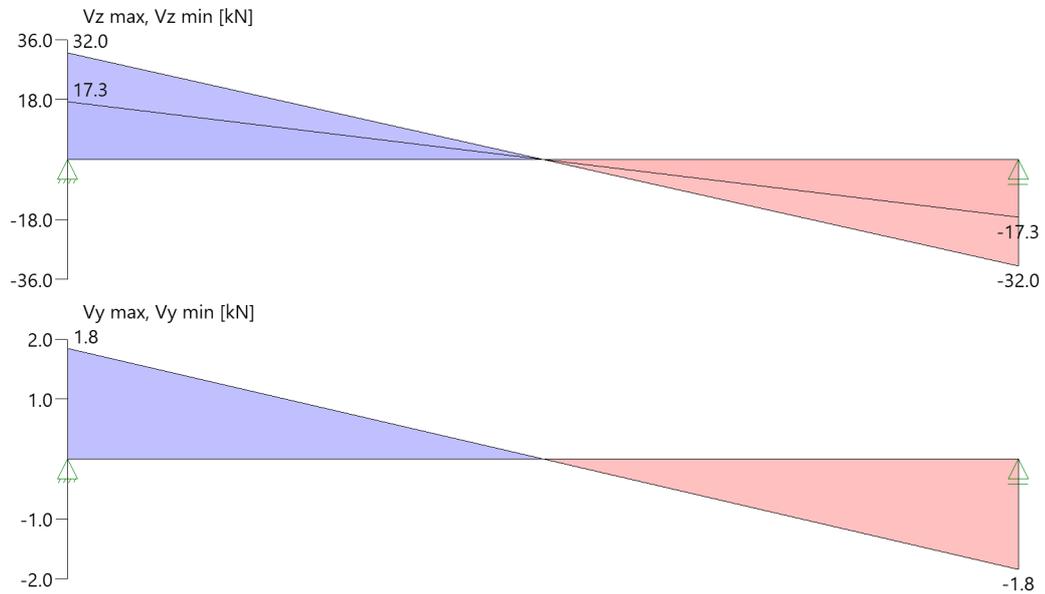
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	x [m]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{z,Ed}$ [kNm]	$V_{y,Ed}$ [kN]	Lk
Feld 1	0.001	0.03	32.0	0.002	1.8	1
	0.08	2.51	30.8	0.14	1.8	1
	0.08	2.51	30.8	0.14	1.8	1
	0.27	8.19	27.7	0.47	1.6	1
	0.47	13.27	24.7	0.76	1.4	1
	2.05	32.82	0.0	1.89	0.0	1
	3.63	13.27	-24.7	0.76	-1.4	1
	3.83	8.19	-27.7	0.47	-1.6	1
	4.02	2.51	-30.8	0.14	-1.8	1
	4.10	0.03	-32.0	0.002	-1.8	1

Bemessung

Längsbewehrung

Längsbewehrung: in den Ecken konzentriert
Für die Biegebemessung wird nur der Steg angesetzt.
Regeln für Mindestfeldmomente und -stützmomente sind nicht geprüft.

Feld	x [m]	Myd [kNm]	Mzd [kNm]	erf As [cm ²]	ρ [%]	Lfk
Feld 1	1.51	30.55	1.76	1.0	0.03	1
	1.73	32.01	1.84	1.0	0.03	1
	2.05	32.82	1.89	1.1	0.03	1
	2.37	32.01	1.84	1.0	0.03	1
	2.59	30.55	1.76	1.0	0.03	1

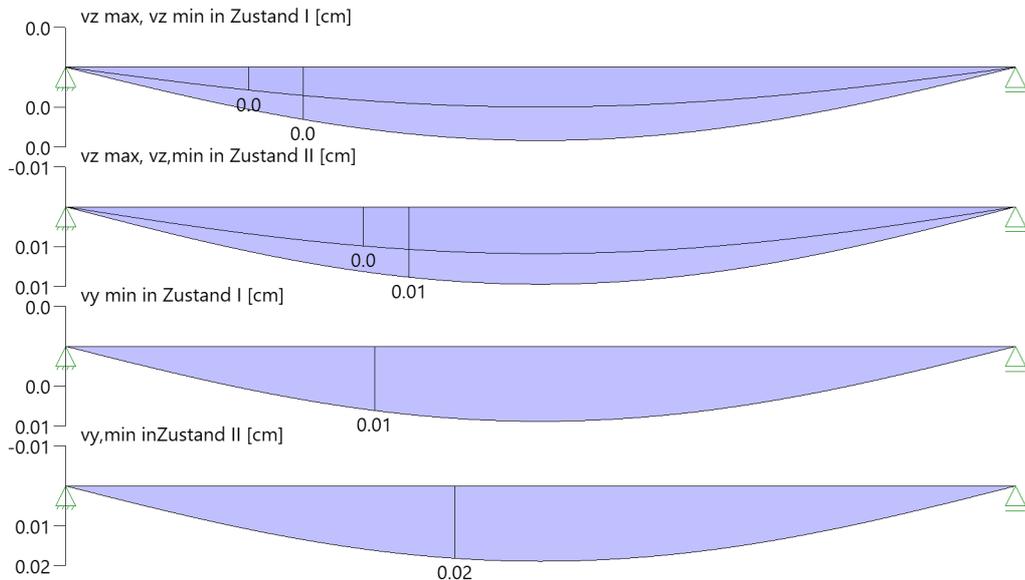
Querkraftbewehrung

Feld	x [m]	kz	Ved,y [kN]	Ved,z [kN]	Ved [kN]	θ [°]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm ² /m]	Lfk
Feld 1	0.08	0.00	1.8	30.8	30.8	18.4	39.9	545.3	30.0	11.57	1
	0.12	0.00	1.7	30.1	30.2	18.4	39.9	545.3	30.0	11.57	1
	0.27	0.00	1.6	27.7	27.8	18.4	39.9	545.3	30.0	11.57	1
	0.43	0.00	1.5	25.3	25.3	18.4	39.9	545.3	30.0	11.57	1
	0.47	0.00	1.4	24.7	24.8	18.4	39.9	545.3	30.0	11.57	1
	0.65	0.00	1.3	21.9	21.9	18.4	39.9	545.3	30.0	11.57	1
	0.86	0.00	1.1	18.5	18.6	18.4	39.9	545.3	30.0	11.57	1
	1.03	0.00	0.9	16.0	16.0	18.4	39.9	545.3	30.0	11.57	1
	3.63	0.00	-1.4	-24.7	24.8	18.4	39.9	545.3	30.0	11.57	1
	3.83	0.00	-1.6	-27.7	27.8	18.4	39.9	545.3	30.0	11.57	1
	4.02	0.00	-1.8	-30.8	30.8	18.4	39.9	545.3	30.0	11.57	1

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	2.05	0.0	0.0	0.0	5

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl: $\phi_{eff} = 2.62$ $\epsilon_{cs} = -0.47$ ‰

Kombination charakteristisch

Mit Nachweis der relativen Grenzverformung ($l_{eff} / 300$)

Feld	x [m]	$f_{ElIz,g}$ [cm]	$f_{ElIz,g} / l_{eff}$	$f_{ElIy,g}$ [cm]	$f_{ElIy,g} / l_{eff}$	$f_{ElIz,\phi\epsilon}$ [cm]	$f_{ElIz,\phi\epsilon} / l_{eff}$	$f_{ElIy,\phi\epsilon}$ [cm]	$f_{ElIy,\phi\epsilon} / l_{eff}$	f [cm]	η
Feld 1	2.05	0.0	1/117571			0.01	1/42219	0.02	1/18091	0.02	0.02

- x : Stelle x
- $f_{ElIz,g}$: Vertikale Durchbiegung im Zustand II infolge ständiger Lasten
- $f_{ElIy,g}$: Horizontale Durchbiegung im Zustand II infolge ständiger Lasten
- $f_{ElIz,\phi\epsilon}$: Maßgebende vertikale Durchbiegung im Zustand II mit Kriechen und Schwinden
- $f_{ElIy,\phi\epsilon}$: Maßgebende horizontale Durchbiegung im Zustand II mit Kriechen und Schwinden
- f : maßgebende Durchbiegung

Spannungsbegrenzung

Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

nach EN2 7.2(3) $sC = 0.45 \cdot f_{ck} = 11.25 \text{ N/mm}^2$

Feld	x [m]	My [kNm]	Mz [kNm]	As,tot [cm ²]	$\sigma_S(t=\infty)$ [N/mm ²]	$\sigma_C(t=0)$ [N/mm ²]	Lfk
Feld 1	1.73	19.05		9.0	47.37	-0.11	6
	2.05	19.54		9.0	47.85	-0.18	6
	2.37	19.05		9.0	47.37	-0.11	6

Biegebewehrung je Ecke

von [m]	bis [m]	Länge [m]	As,erf.,je Ecke [cm ²]	As,vorh.,je Ecke [cm ²]	Summe [cm ²]	As,vorh.,je Ecke [Anz. Ø mm]
0,00	4,10	4,10	0,3	2,3	2,3	2Ø12

Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	As,erf. [cm ² /m]	As,vorh. [cm ² /m]	As,vorh. [Anz. Ø mm / cm]
0,05	4,05	4,00	11,6	15,7	Ø10/10

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	Rz,min [kN]	Rz,max [kN]	My,min [kNm]	My,max [kNm]	Ry,min [kN]	Ry,max [kN]	Mz,min [kNm]	Mz,max [kNm]
1	0.00	ständig Kat. B: Bürogebäude	17.3	17.3				1.2		
2	4.10	ständig Kat. B: Bürogebäude	17.3	17.3				1.2		

Maßgebliche Kombinationen

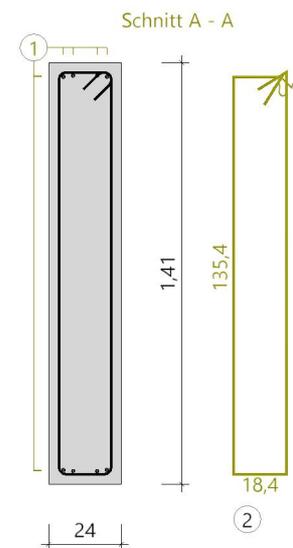
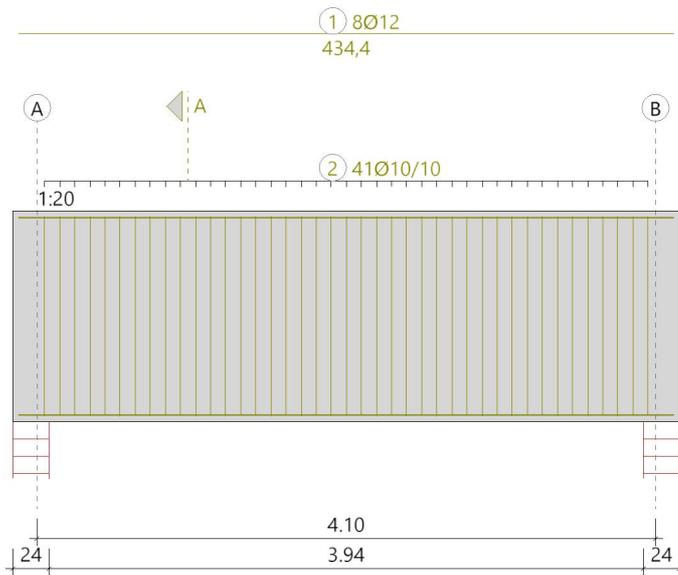
In der folgende Tabelle sind die Lasten mit der internen Nummer angegeben. Die anschließende Tabelle der maßgeblichen Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

generierte Last	Feld	Ewg	orig. Last	W1	W2	A [m]	L [m]
L 1	1	Kat. B	1	2.80	2.80	0.00	4.10
L 2	1	Kat. B	2	0.60	0.60	0.00	4.10

gen. Last	Lk 1	Lk 4	Lk 5	Lk 6	Lk 7
L 1	1.50		1.00	0.30	
L 2	1.50	1.00	1.00		
Eigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.00	

Bewehrung

Bewehrung



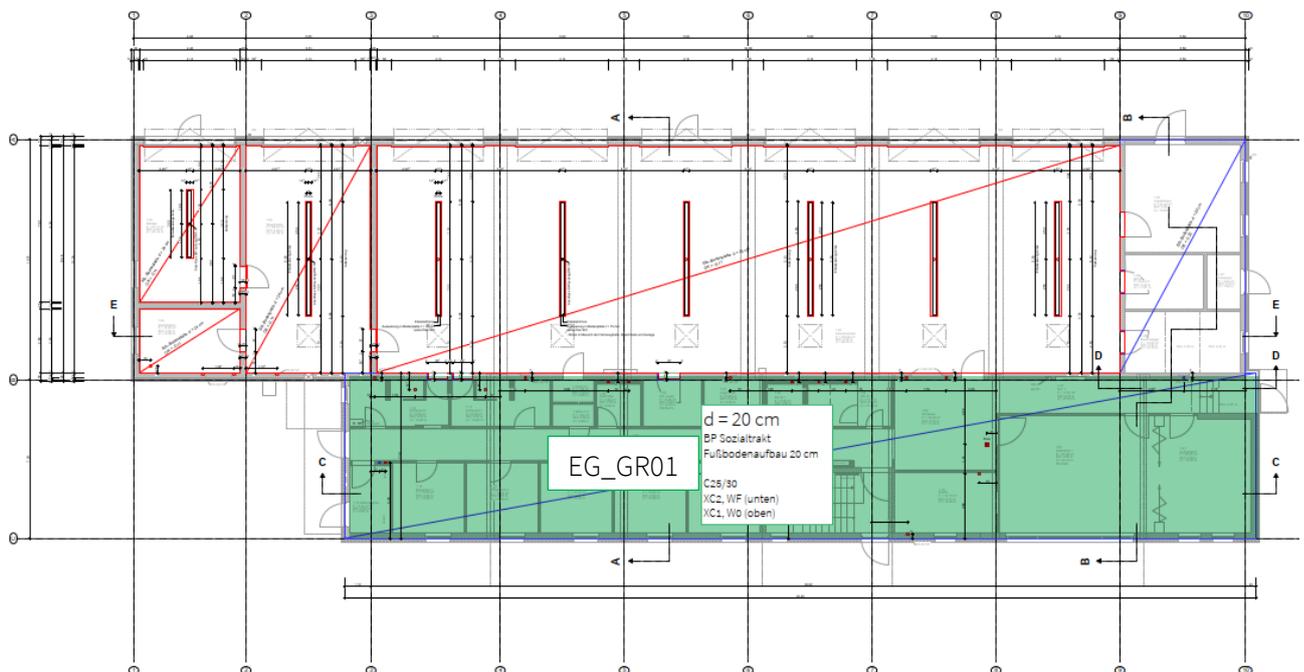
4. Gründung

4.1 Pos. EG_GR01: Bodenplatte Sozialbau

Es folgt die Betrachtung der oben genannten Bodenplatte im Bereich der Achsen B-C/2-10. Die Bodenplatte wird auf einer Bodenauffüllung hergestellt und spannt zwischen den Streifenfundamenten Pos. EG_GR04/06. Daher werden keine tragenden Wände auf die Bodenplatte aufgestellt.

Eine Ausbildung der Bodenplatte als WU-Konstruktion wird nicht erforderlich, da oberhalb der Bodenplatte eine zusätzliche Abdichtung angeordnet wird.

Auszug Architekturplan



Geometrie/Material

Stahlbeton	C25/30
	oben: XC1, W0; $w = 0,40$ mm
	unten: XC2, WF; $w = 0,30$ mm
Betonstahl	B500
Abmessungen	$h = 20$ cm
Betondeckung	$c_{nom} = 3,5$ cm
Bewehrung	oben + unten je Q424 (Matte)
zul. Sohlpressung	$\sigma_{R,d} = 140,0$ kN/m ²
Bettungsziffer	$k_{s,k} = 8,0$ MN/m ³

Lastannahmen

Ständige Lasten:

Eigenlasten programmintern	Wichte Stahlbeton 25 kN/m ³		
Fußbodenaufbau		$g_k =$	2,60 kN/m ²
Treppenlauf EG_TL02		$g_k =$	11,6 kN/m
Treppenlauf EG_TL03		$g_k =$	5,40 kN/m

Veränderliche Lasten:

Nutzlast Kat. B3		$q_{k,1} =$	5,00 kN/m ²
Treppenlauf EG_TL02		$q_k =$	15,6 kN/m
Treppenlauf EG_TL03		$q_k =$	2,90 kN/m

Bemessung

Aufgrund der geringen Belastung der Bodenplatte erfolgt kein weiterer statischer Nachweis. Die Bewehrung wird entsprechend der Rissbreitenbegrenzung gewählt.

Nachweis der Rissbreitenbeschränkung

Hinweise nach Tab. 3 sind bei Bauausführung zu beachten

Tabelle 3. Empfohlene Anhaltswerte für die Betonzugfestigkeit bei Zwang aus Abfließen der Hydratationswärme (Tabelle 7 aus DBV [1])

S	1	2	3	4	5
Z	Festigkeitsentwicklung des Betons	Bauteildicke h			
		$\leq 0,30$ m	$\leq 0,80$ m	$\leq 2,0$ m	$> 2,0$ m
1	langsam ($r < 0,30$) ^{1) 2)}	– ³⁾	$0,60f_{ctm}$	$0,70f_{ctm}$ ⁴⁾	$0,80f_{ctm}$ ⁴⁾
2	mittel ($r < 0,50$) ¹⁾	$0,65f_{ctm}$	$0,75f_{ctm}$	$0,85f_{ctm}$	$0,95f_{ctm}$
3	schnell ($r \geq 0,50$) ¹⁾	$0,80f_{ctm}$	$0,90f_{ctm}$	$1,0f_{ctm}$	$1,00f_{ctm}$

¹⁾ Die Festigkeitsentwicklung des Betons wird durch das Verhältnis $r = f_{cm}(2 \text{ d}) / f_{cm}(28 \text{ d})$ beschrieben, das bei der Eignungsprüfung oder auf der Grundlage eines bekannten Verhältnisses von Beton vergleichbarer Zusammensetzung (d. h. gleicher Zement, gleicher w/z-Wert) ermittelt wurde.

Wird bei besonderen Anwendungen die Druckfestigkeit zu einem späteren Zeitpunkt $t > 28$ Tage bestimmt, ist das Verhältnis der mittleren Druckfestigkeit nach 2 Tagen $f_{cm}(2 \text{ d})$ zur mittleren Druckfestigkeit zum Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit $f_{cm}(t)$ zu ermitteln oder es ist vom Betonhersteller eine Festigkeitsentwicklungskurve bei 20 °C zwischen 2 Tagen und dem Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit anzugeben.

²⁾ Bei Festigkeitsklassen $\geq C30/37$ ist es i. d. R. nicht möglich, das Festigkeitsverhältnis $r \leq 0,30$ bezogen auf 28 Tage zu begrenzen. In diesen Fällen ist es erforderlich, den Zeitpunkt des Nachweises der Festigkeitsklasse auf einen späteren Zeitpunkt (z. B. 56 Tage) zu vereinbaren.

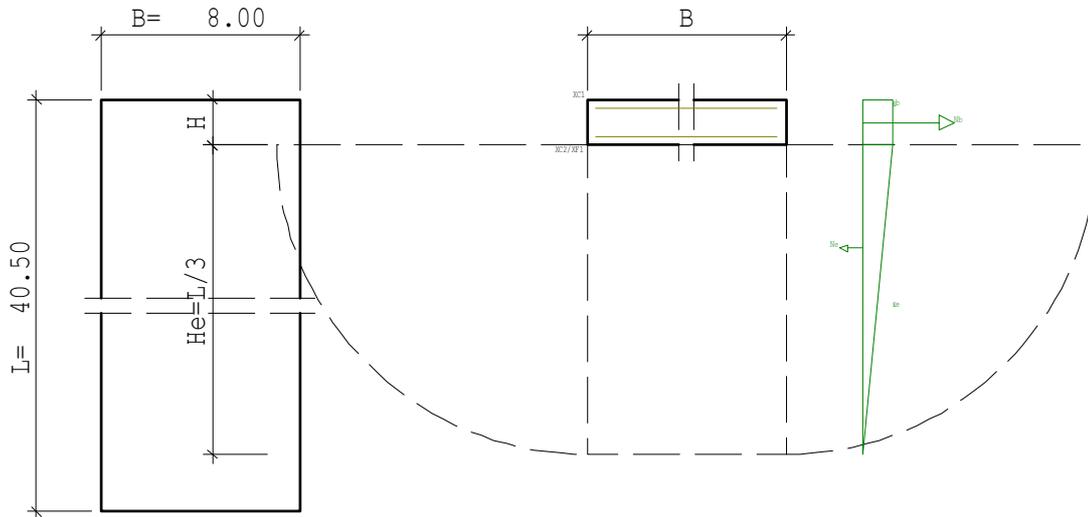
³⁾ Die Auslegung der Bewehrung bei dünnen Bauteilen auf eine langsame Festigkeitsentwicklung ist nicht sinnvoll. Es sollte grundsätzlich mindestens eine mittlere Festigkeitsentwicklung angenommen werden.

⁴⁾ Der empfohlene Anhaltswert für massige Bauteile ist erst bei der Verwendung von langsam erhärtenden Betonen mit einem Prüfalter von 91 Tagen zu erwarten.

Pos. EG_GR01: Bodenplatte Sozialbau

Rissbreitennachweis (x64) B11 02/23 (FRILO R-2023-2/P04)

Maßstab 1:33



RISSBREITENNACHWEIS nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

Betonstahl	B500B		
Beton	C 25/30		
	$t = 3 \dots 5d$ (normale Erh.)		
Betonzugfestigkeit	$k_{Fct}(t) = 0.65$ (nutzerdef.)	$f_{cteff} = 1.67$ N/mm ²	
E-Modul Beton	$\alpha E = 1.00$ (Zuschlagstoffe)		
	$k_{Ec}(t) = 0.90$ (nutzerdef.)	$E_{cm} = 27900$ N/mm ²	

KRIECHZAHL

junger Beton	$\phi_t = 0.36$ (nutzerdefiniert)
--------------	-----------------------------------

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

	oben	unten
Betonangriff	W0	XF1/WF
Bewehrungskorrosion	XC1	XC2
Mindestbetonklasse	C 16/20	C 25/30
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 9 \text{ mm}$	$d_{s,l} = 9 \text{ mm}$
Verhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$	$\Delta C_{dev} = 15 \text{ mm}$
reduziertes c_{min}		$\geq C 16/20$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 10 \text{ mm}$	$c_{min,l} = 15 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 20 \text{ mm}$	$c_{nom,l} = 30 \text{ mm}$
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 20 \text{ mm}$	$c_{v,b} = 30 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$	$w_{max} = 0.30 \text{ mm}$

BODENPLATTE

Abmessungen	B = 8.00 m	H = 0.20 m
	L = 40.50 m	
Bewehrung	dob = 4.0 cm	dun = 4.0 cm

ZWANG AUS HYDRATATION (FRÜHER ZWANG)

Es wird die in Richtung der Seite L verlaufende Zwangskraft bestimmt.

Verfahren nach DAfStb Heft 466

Bodenplatte:

$$\Delta T = -25.00 \text{ K} \quad \alpha T = 10.00 \cdot 10^{-6} \text{ 1/K}$$

$$\epsilon_b = -0.250 \text{ o/oo} \quad C_b = 5.5800 \text{e+04 kN/cm}$$

Baugrund:

$$E_e = 50.00 \text{ MN/m}^2 \quad C_e = 7.4713 \text{e+06 KN}$$

kein Unterbeton

$$N_{zw} = 200.00 \text{ kN/m}$$

Zwang aus Bodenreibung (oberer Grenzwert):

$$\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3 \quad q = 0.00 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{cal } \phi = 32.5 \text{ Grd} \quad \mu = 0.56$$

$$\gamma_R = 1.35 \quad \mu_d = 0.75$$

$$N_{zw} = 76.19 \text{ kN/m}$$

$$\text{maßgebend: } N_{zw} = 76.19 \text{ kN/m}$$

NACHWEIS RISSBREITE $w_{\max} = 0.30 \text{ mm}$ $d_s = 9.0 \text{ mm}$ Zwang aus Hydratation (Dauerlast $kt = 0.4$)Biegezwang $N_x = 76.19 \text{ kN/m}$ $M_y = 8.58 \text{ kNm/m}$ gewählt: $A_{so} = 4.24 \text{ cm}^2/\text{m}$ Dehnung mit $\phi = 0.36$ $\epsilon_1 = -0.19 \text{ o/oo}$ $\epsilon_2 = 1.66 \text{ o/oo}$ Druckzonenhöhe $X = 20.1 \text{ mm}$ $\epsilon_{2s} = 1.29 \text{ o/oo}$ $F_s = 98.9 \text{ kN/m}$ $h_{eff} = 6.0 \text{ cm}$ $F_{cre} = 100.0 \text{ kN/m}$ erforderlich: $A_{su} = 3.83 \text{ cm}^2/\text{m}$

Die Bewehrung ist über die Seite B zu verteilen.

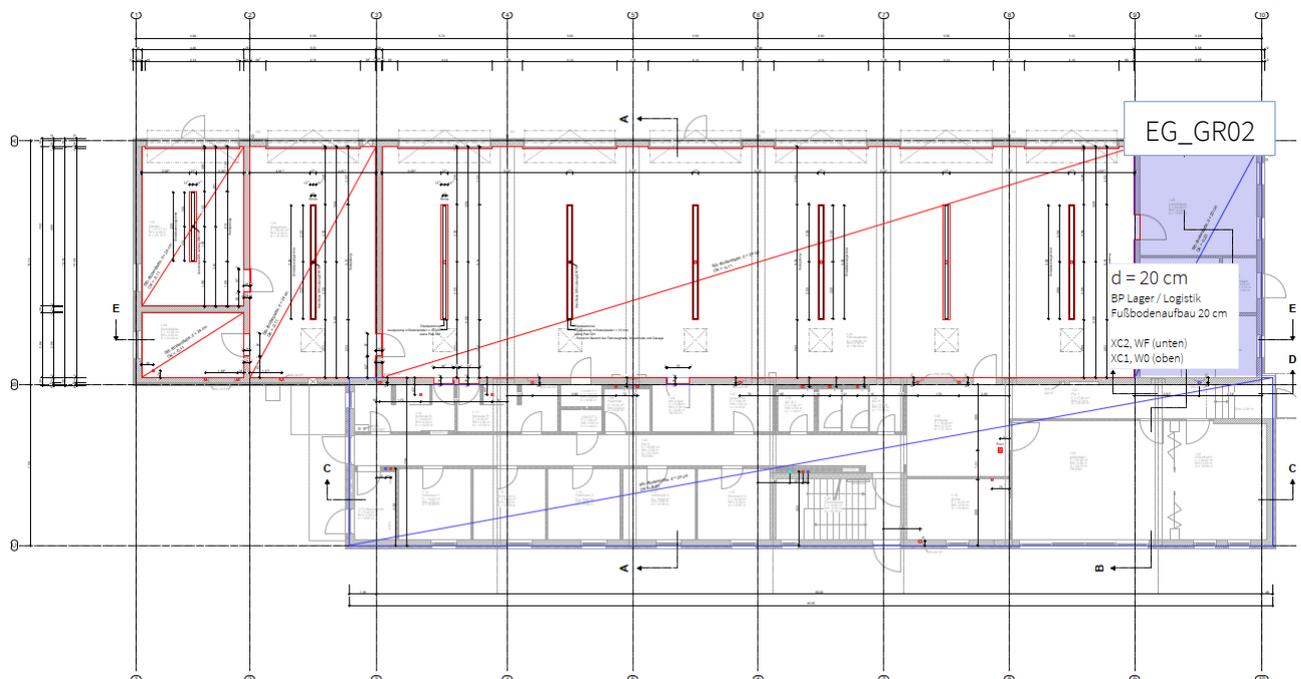
Es ist zu prüfen, ob ein Nachweis für späten Zwang maßgebend wird.

4.2 Pos. EG_GR02: Bodenplatte Lagerbereiche

Es folgt die Betrachtung der oben genannten Bodenplatte im Bereich der Achsen A-B/9-10. Die Bodenplatte wird auf einer Bodenauffüllung hergestellt und spannt zwischen den Streifenfundamenten (Pos. EG_GR05). Daher werden keine tragenden Wände auf die Bodenplatte aufgestellt.

Eine Ausbildung der Bodenplatte als WU-Konstruktion wird nicht erforderlich, da oberhalb der Bodenplatte eine zusätzliche Abdichtung angeordnet wird.

Auszug Architekturplan



Geometrie/Material

Stahlbeton	C25/30
	oben: XC3, W0; w = 0,30 mm
	unten: XC2, WF; w = 0,30 mm
Betonstahl	B500
Abmessungen	h = 20 cm
Betondeckung	$c_{nom} = 3,5$ cm
Bewehrung	oben + unten je Q335 (Matte)
zul. Sohlpressung	$\sigma_{R,d} = 140,0$ kN/m ²
Bettungsziffer	$k_{s,k} = 8,0$ MN/m ³

Lastannahmen

Ständige Lasten:

Eigenlasten programmintern Wichte Stahlbeton 25 kN/m³

Fußbodenaufbau g_k = 2,60 kN/m²

Veränderliche Lasten:

Nutzlast Kat. E1.1 q_{k,1} = 5,00 kN/m²

Bemessung

Aufgrund der geringen Belastung der Bodenplatte erfolgt kein weiterer statischer Nachweis. Die Bewehrung wird entsprechend der Rissweitenbegrenzung verlegt.

Nachweis der Rissbreitenbeschränkung

Hinweise nach Tab. 3 sind bei Bauausführung zu beachten

Tabelle 3. Empfohlene Anhaltswerte für die Betonzugfestigkeit bei Zwang aus Abfließen der Hydratationswärme (Tabelle 7 aus DBV [1])

S	1	2	3	4	5
Z	Festigkeitsentwicklung des Betons	Bauteildicke <i>h</i>			
		≤ 0,30 m	≤ 0,80 m	≤ 2,0 m	> 2,0 m
1	langsam (<i>r</i> < 0,30) ^{1) 2)}	– ³⁾	0,60 <i>f</i> _{ctm}	0,70 <i>f</i> _{ctm} ⁴⁾	0,80 <i>f</i> _{ctm} ⁴⁾
2	mittel (<i>r</i> < 0,50) ¹⁾	0,65<i>f</i>_{ctm}	0,75<i>f</i>_{ctm}	0,85<i>f</i>_{ctm}	0,95<i>f</i>_{ctm}
3	schnell (<i>r</i> ≥ 0,50) ¹⁾	0,80 <i>f</i> _{ctm}	0,90 <i>f</i> _{ctm}	1,0 <i>f</i> _{ctm}	1,00 <i>f</i> _{ctm}

¹⁾ Die Festigkeitsentwicklung des Betons wird durch das Verhältnis $r = f_{cm}(2 \text{ d}) / f_{cm}(28 \text{ d})$ beschrieben, das bei der Eignungsprüfung oder auf der Grundlage eines bekannten Verhältnisses von Beton vergleichbarer Zusammensetzung (d. h. gleicher Zement, gleicher w/z-Wert) ermittelt wurde.

Wird bei besonderen Anwendungen die Druckfestigkeit zu einem späteren Zeitpunkt $t > 28$ Tage bestimmt, ist das Verhältnis der mittleren Druckfestigkeit nach 2 Tagen $f_{cm}(2 \text{ d})$ zur mittleren Druckfestigkeit zum Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit $f_{cm}(t)$ zu ermitteln oder es ist vom Betonhersteller eine Festigkeitsentwicklungskurve bei 20 °C zwischen 2 Tagen und dem Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit anzugeben.

²⁾ Bei Festigkeitsklassen ≥ C30/37 ist es i. d. R. nicht möglich, das Festigkeitsverhältnis $r \leq 0,30$ bezogen auf 28 Tage zu begrenzen. In diesen Fällen ist es erforderlich, den Zeitpunkt des Nachweises der Festigkeitsklasse auf einen späteren Zeitpunkt (z. B. 56 Tage) zu vereinbaren.

³⁾ Die Auslegung der Bewehrung bei dünnen Bauteilen auf eine langsame Festigkeitsentwicklung ist nicht sinnvoll. Es sollte grundsätzlich mindestens eine mittlere Festigkeitsentwicklung angenommen werden.

⁴⁾ Der empfohlene Anhaltswert für massige Bauteile ist erst bei der Verwendung von langsam erhärtenden Betonen mit einem Prüfalter von 91 Tagen zu erwarten.

22-4060 RWM - LP4

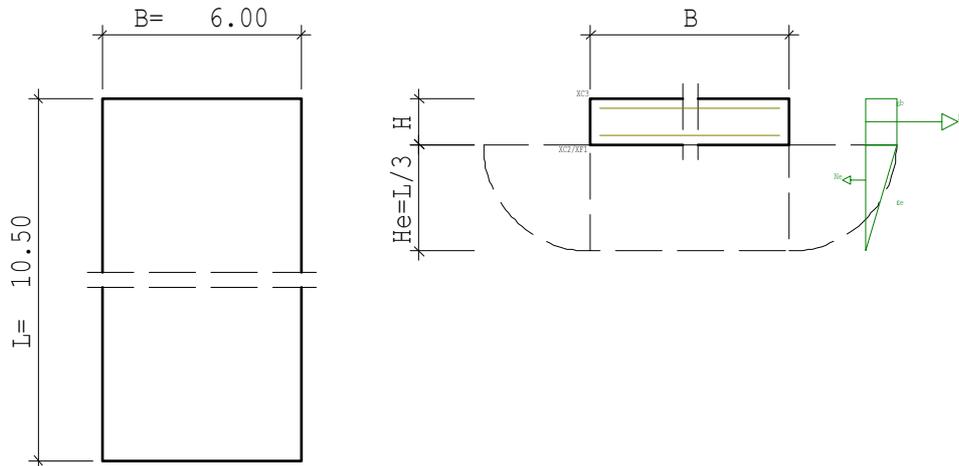
Gründung

Pos. EG_GR02: Bodenplatte Lagerbereiche

Pos. EG_GR02: Bodenplatte Lagerbereiche

Rissbreitennachweis (x64) B11 02/23 (FRILO R-2023-2/P04)

Maßstab 1:33



RISSBREITENNACHWEIS nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

Betonstahl	B500B		
Beton	C 25/30		
	t = 3 ... 5d (normale Erh.)		
Betonzugfestigkeit	kFct(t) = 0.65 (nutzerdef.)	fcteff = 1.67 N/mm ²	
E-Modul Beton	αE = 1.00 (Zuschlagstoffe)		
	kEc(t) = 0.90 (nutzerdef.)	Ecm = 27900 N/mm ²	

KRIECHZAHL

junger Beton $\phi_t = 0.36$ (nutzerdefiniert)

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

	oben	unten
Betonangriff	W0	XF1/WF
Bewehrungskorrosion	XC3	XC2
Mindestbetonklasse	C 20/25	C 25/30
Längsbewehrung	d _{s,l} = 8 mm	d _{s,l} = 8 mm
Vorhaltemaß	ΔC _{dev} = 15 mm	ΔC _{dev} = 15 mm
reduziertes c _{min}		>= C 16/20
Längsbewehrung	c _{min,l} = 20 mm	c _{min,l} = 15 mm
Betondeckung	c _{nom,l} = 35 mm	c _{nom,l} = 30 mm
Verlegemaß Bügel	c _{v,b} = 35 mm	c _{v,b} = 30 mm
zul. Rissbreite	w _{max} = 0.30 mm	w _{max} = 0.30 mm

BODENPLATTE

Abmessungen	B =	6.00 m	H =	0.20 m
	L =	10.50 m		
Bewehrung	dob =	4.0 cm	dun =	4.0 cm

ZWANG AUS HYDRATATION (FRÜHER ZWANG)

Es wird die in Richtung der Seite L verlaufende Zwangskraft bestimmt.

Verfahren nach DAfStb Heft 466

Bodenplatte:

$\Delta T =$	-25.00 K	$\alpha T =$	$10.00 \cdot 10^{-6} 1/K$
$\epsilon_b =$	-0.250 o/oo	$C_b =$	$5.5800e+04 \text{ kN/cm}$

Baugrund:

$E_e =$	50.00 MN/m ²	$C_e =$	$8.4570e+05 \text{ KN}$
---------	-------------------------	---------	-------------------------

kein Unterbeton

$N_{zw} =$ 34.37 kN/m

Zwang aus Bodenreibung (oberer Grenzwert):

$\gamma =$	25.00 kN/m ³	$q =$	0.00 kN/m ²
$\text{cal } \phi =$	32.5 Grd	$\mu =$	0.56
$\gamma_R =$	1.35	$\mu_d =$	0.75

$N_{zw} =$ 19.75 kN/m

maßgebend: $N_{zw} =$ 19.75 kN/m

NACHWEIS RISSBREITE

$w_{\max} =$ 0.30 mm $d_s =$ 8.0 mm

Zwang aus Hydratation (Dauerlast $kt=0.4$)

Biegezwang	$N_x =$	19.75 kN/m	$M_y =$	10.46 kNm/m
gewählt:	$A_{so} =$	3.35 cm ² /m		
Dehnung mit $\phi=0.36$	$\epsilon_1 =$	-0.26 o/oo	$\epsilon_2 =$	1.78 o/oo
Druckzonenhöhe	$X =$	25.7 mm		
	$\epsilon_{2s} =$	1.37 o/oo	$F_s =$	78.9 kN/m
	$h_{eff} =$	5.8 cm	$F_{cre} =$	96.9 kN/m
erforderlich:	$A_{su} =$	2.88 cm ² /m		

Die Bewehrung ist über die Seite B zu verteilen.

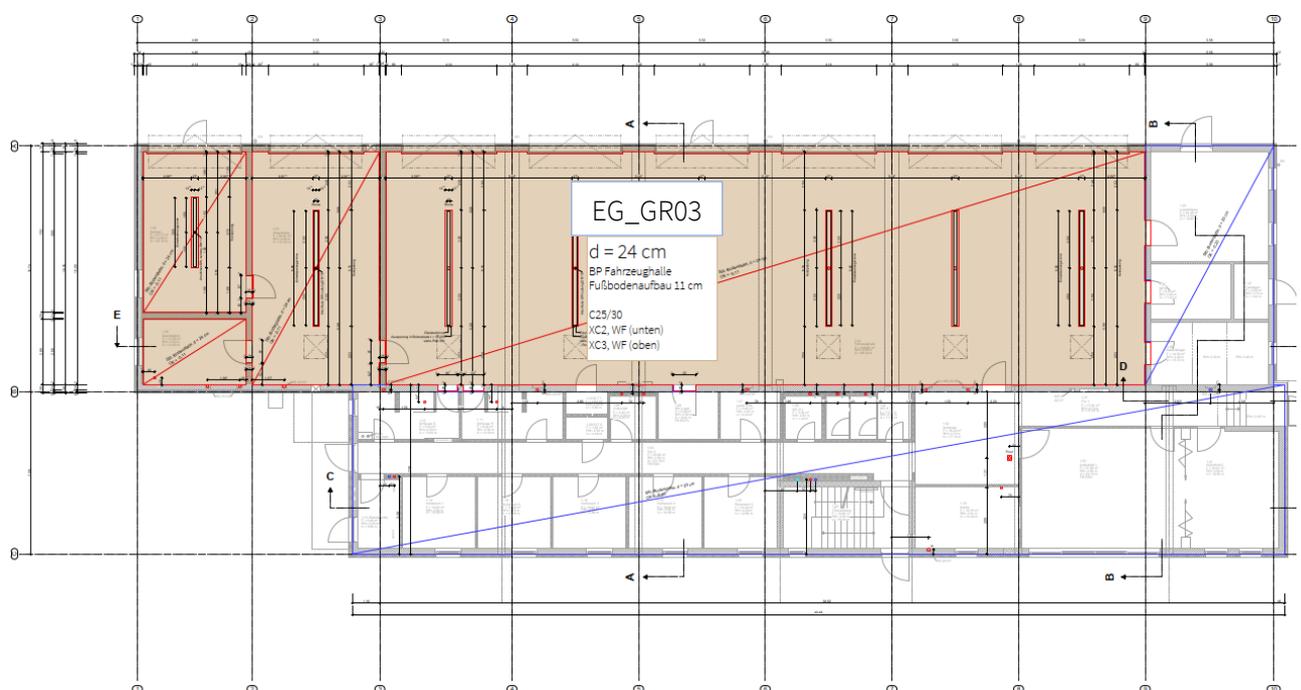
Es ist zu prüfen, ob ein Nachweis für späten Zwang maßgebend wird.

4.3 Pos. EG_GR03: Bodenplatte Fahrzeughalle

Es folgt die Betrachtung der oben genannten Bodenplatte im Bereich der Achsen A-B/1-9. Die Bodenplatte wird auf einer Bodenauffüllung hergestellt und spannt zwischen den Streifenfundamenten Pos. EG_GR05. Daher werden keine tragenden Wände auf die Bodenplatte aufgestellt.

Oberhalb der Bodenplatte werden eine zusätzliche Abdichtung und ein Industriefußboden aufgebracht. Dadurch muss keine Tausalzeinwirkung für die Bodenplatte berücksichtigt werden und eine Ausbildung der Bodenplatte als WU-Konstruktion ist nicht erforderlich.

Auszug Architekturplan



Geometrie/Material

Stahlbeton	C25/30
	oben: XC3, WF; $w = 0,30 \text{ mm}$
	unten: XC2, WF; $w = 0,30 \text{ mm}$
Betonstahl	B500
Abmessungen	$h = 24 \text{ cm}$
Betondeckung	$c_{\text{nom}} = 3,5 \text{ cm}$
Bewehrung	Q524 Matte
zul. Sohlpressung	$\sigma_{R,d} = 140,0 \text{ kN/m}^2$
Bettungsziffer	$k_{s,k} = 8,0 \text{ MN/m}^3$

Lastannahmen

Ständige Lasten:

Eigenlasten programmintern	Wichte Stahlbeton 25 kN/m ³			
Fußbodenaufbau		$g_k =$	2,50	kN/m ²

Veränderliche Lasten:

Nutzlast Brückenklasse 6/6	Ersatzflächenlast	$q_k =$	4,00	kN/m ²
(Gesamtlast Fahrzeug < 60 kN)	max. Radlast	$Q_k =$	20,0	kN

Bemessung

Aufgrund der geringen Belastung der Bodenplatte erfolgt kein weiterer statischer Nachweis. Die Bewehrung wird entsprechend der Rissweitenbegrenzung verlegt.

Nachweis der Rissbreitenbeschränkung

Hinweise nach Tab. 3 sind bei Bauausführung zu beachten

Tabelle 3. Empfohlene Anhaltswerte für die Betonzugfestigkeit bei Zwang aus Abfließen der Hydratationswärme (Tabelle 7 aus DBV [1])

S	1	2	3	4	5
Z	Festigkeitsentwicklung des Betons	Bauteildicke h			
		$\leq 0,30$ m	$\leq 0,80$ m	$\leq 2,0$ m	$> 2,0$ m
1	langsam ($r < 0,30$) ^{1) 2)}	– ³⁾	$0,60f_{ctm}$	$0,70f_{ctm}$ ⁴⁾	$0,80f_{ctm}$ ⁴⁾
2	mittel ($r < 0,50$) ¹⁾	$0,65f_{ctm}$	$0,75f_{ctm}$	$0,85f_{ctm}$	$0,95f_{ctm}$
3	schnell ($r \geq 0,50$) ¹⁾	$0,80f_{ctm}$	$0,90f_{ctm}$	$1,0f_{ctm}$	$1,00f_{ctm}$

¹⁾ Die Festigkeitsentwicklung des Betons wird durch das Verhältnis $r = f_{cm}(2 \text{ d}) / f_{cm}(28 \text{ d})$ beschrieben, das bei der Eignungsprüfung oder auf der Grundlage eines bekannten Verhältnisses von Beton vergleichbarer Zusammensetzung (d. h. gleicher Zement, gleicher w/z-Wert) ermittelt wurde.

Wird bei besonderen Anwendungen die Druckfestigkeit zu einem späteren Zeitpunkt $t > 28$ Tage bestimmt, ist das Verhältnis der mittleren Druckfestigkeit nach 2 Tagen $f_{cm}(2 \text{ d})$ zur mittleren Druckfestigkeit zum Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit $f_{cm}(t)$ zu ermitteln oder es ist vom Betonhersteller eine Festigkeitsentwicklungskurve bei 20 °C zwischen 2 Tagen und dem Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit anzugeben.

²⁾ Bei Festigkeitsklassen $\geq C30/37$ ist es i. d. R. nicht möglich, das Festigkeitsverhältnis $r \leq 0,30$ bezogen auf 28 Tage zu begrenzen. In diesen Fällen ist es erforderlich, den Zeitpunkt des Nachweises der Festigkeitsklasse auf einen späteren Zeitpunkt (z. B. 56 Tage) zu vereinbaren.

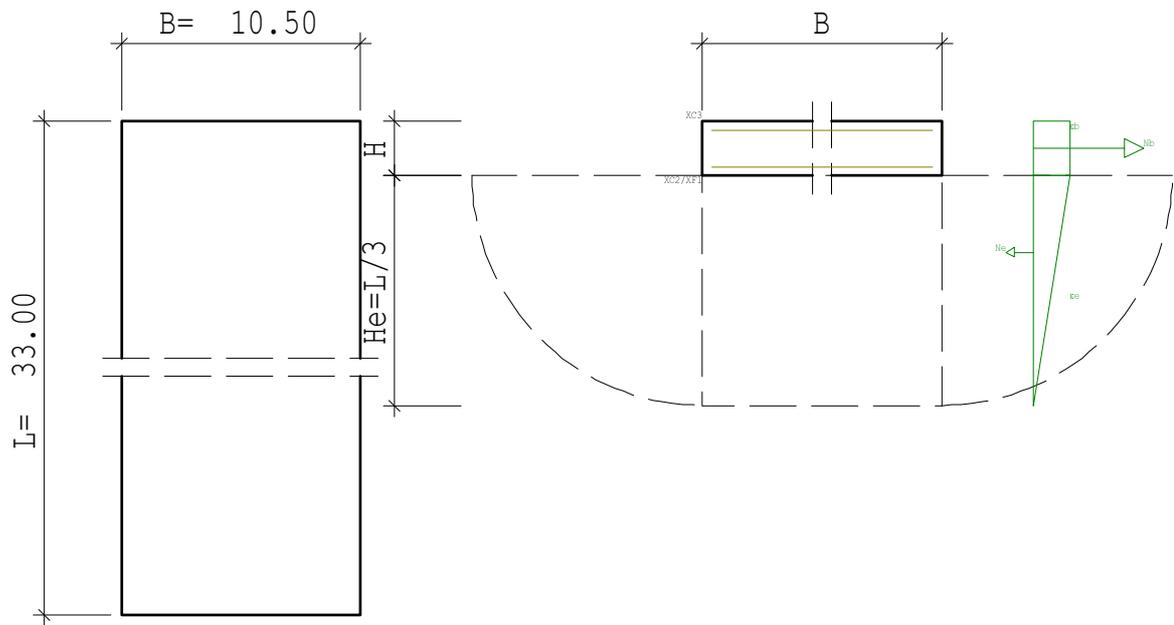
³⁾ Die Auslegung der Bewehrung bei dünnen Bauteilen auf eine langsame Festigkeitsentwicklung ist nicht sinnvoll. Es sollte grundsätzlich mindestens eine mittlere Festigkeitsentwicklung angenommen werden.

⁴⁾ Der empfohlene Anhaltswert für massige Bauteile ist erst bei der Verwendung von langsam erhärtenden Betonen mit einem Prüfalter von 91 Tagen zu erwarten.

Pos. EG_GR03: Bodenplatte Fahrzeughalle

Rissbreitennachweis (x64) B11 02/23 (FRILO R-2023-2/P04)

Maßstab 1:33



RISSBREITENNACHWEIS nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

Betonstahl	B500B		
Beton	C 25/30		
	t = 3 ... 5d (normale Erh.)		
Betonzugfestigkeit	kFct(t) =	0.65 (nutzerdef.)	fcteff = 1.67 N/mm ²
E-Modul Beton	αE =	1.00 (Zuschlagstoffe)	
	kEc(t) =	0.90 (nutzerdef.)	Ecm = 27900 N/mm ²

KRIECHZAHL

junger Beton	φt	=	0.36 (nutzerdefiniert)
--------------	----	---	------------------------

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

	oben	unten
Betonangriff	WF	XF1/WF
Bewehrungskorrosion	XC3	XC2
Mindestbetonklasse	C 20/25	C 25/30
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 10 \text{ mm}$	$d_{s,l} = 10 \text{ mm}$
Verhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 15 \text{ mm}$	$\Delta C_{dev} = 15 \text{ mm}$
reduziertes c_{min}		$\geq C 16/20$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 20 \text{ mm}$	$c_{min,l} = 15 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 35 \text{ mm}$	$c_{nom,l} = 30 \text{ mm}$
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 35 \text{ mm}$	$c_{v,b} = 30 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.30 \text{ mm}$	$w_{max} = 0.30 \text{ mm}$

BODENPLATTE

Abmessungen	B = 10.50 m	H = 0.24 m
	L = 33.00 m	
Bewehrung	dob = 4.0 cm	dun = 4.0 cm

ZWANG AUS HYDRATATION (FRÜHER ZWANG)

Es wird die in Richtung der Seite L verlaufende Zwangskraft bestimmt.

Verfahren nach DAfStb Heft 466

Bodenplatte:

$$\Delta T = -25.00 \text{ K} \quad \alpha T = 10.00 \cdot 10^{-6} \text{ 1/K}$$

$$\epsilon_b = -0.250 \text{ o/oo} \quad C_b = 6.6960 \text{e}+04 \text{ kN/cm}$$

Baugrund:

$$E_e = 50.00 \text{ MN/m}^2 \quad C_e = 6.0553 \text{e}+06 \text{ KN}$$

kein Unterbeton

$$N_{zw} = 132.74 \text{ kN/m}$$

Zwang aus Bodenreibung (oberer Grenzwert):

$$\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3 \quad q = 0.00 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{cal } \phi = 32.5 \text{ Grd} \quad \mu = 0.56$$

$$\gamma_R = 1.35 \quad \mu_d = 0.75$$

$$N_{zw} = 74.50 \text{ kN/m}$$

$$\text{maßgebend: } N_{zw} = 74.50 \text{ kN/m}$$

NACHWEIS RISSBREITE $w_{\max} = 0.30 \text{ mm}$ $d_s = 10.0 \text{ mm}$ Zwang aus Hydratation (Dauerlast $kt = 0.4$)Biegezwang $N_x = 74.50 \text{ kN/m}$ $M_y = 13.03 \text{ kNm/m}$ gewählt: $A_{so} = 5.24 \text{ cm}^2/\text{m}$ Dehnung mit $\phi = 0.36$ $\epsilon_1 = -0.18 \text{ o/oo}$ $\epsilon_2 = 1.51 \text{ o/oo}$ Druckzonenhöhe $X = 25.3 \text{ mm}$ $\epsilon_{2s} = 1.22 \text{ o/oo}$ $F_s = 109.6 \text{ kN/m}$ $h_{eff} = 7.2 \text{ cm}$ $F_{cre} = 119.3 \text{ kN/m}$ erforderlich: $A_{su} = 4.47 \text{ cm}^2/\text{m}$

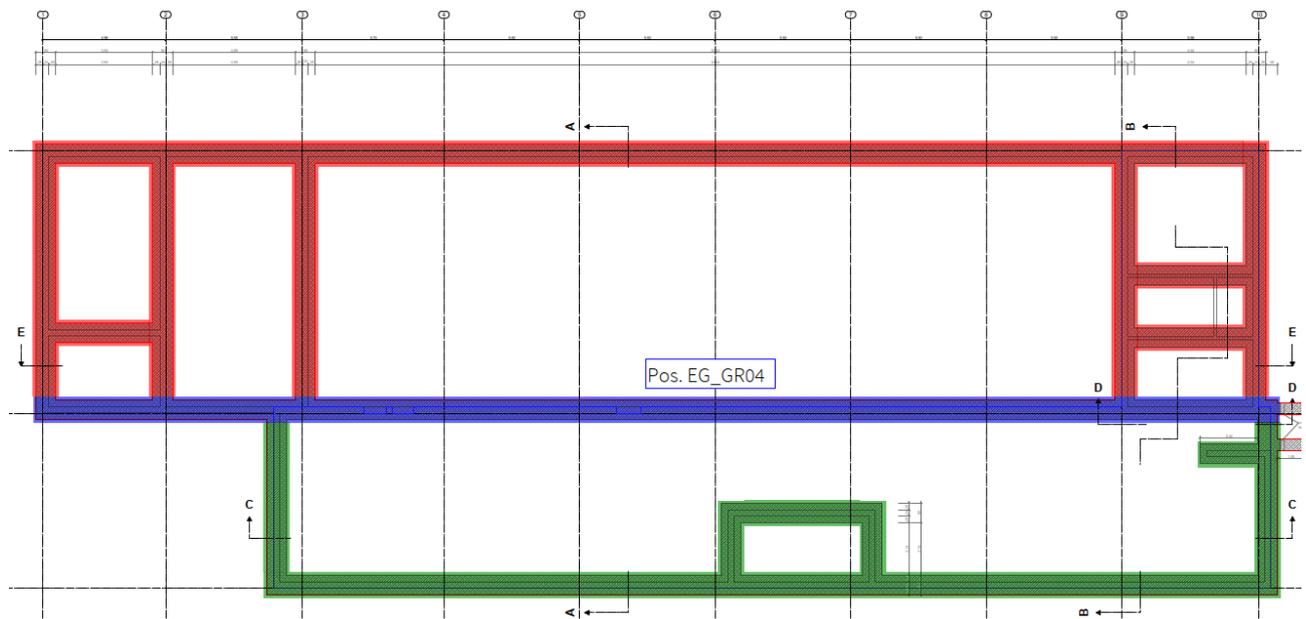
Die Bewehrung ist über die Seite B zu verteilen.

Es ist zu prüfen, ob ein Nachweis für späten Zwang maßgebend wird.

4.4 Pos. EG_GR04: Streifenfundament Trennwand

Es folgt die Bemessung des Streifenfundamentes entlang Achse B unterhalb der Gebäudetrennwand Pos. XX_WA01. Zusätzlich zur Gebäudetrennwand gründen ebenso die Stahlbetonstützen Pos. XX_S03 (Auflagerung der Dachbinder) über das Streifenfundament.

Auszug Architekturplan



Geometrie/Material

Stahlbeton	C25/30 XC2, WF
Betonstahl	B500
Abmessungen	$h = 80 \text{ cm}$, $b = 100 \text{ cm}$
Betondeckung	$c_{\text{nom}} = 3,5 \text{ cm}$
Bewehrung quer	$\emptyset 12 / 12,5 \text{ cm}$
Bewehrung längs	$7 \emptyset 12 (\emptyset 12 - 15 \text{ cm})$
zul. Sohlpressung	$\sigma_{\text{Rd}} = 210 \text{ kN/m}^2$

Lastannahmen

Es wurde die Programminterne Lastübergabe genutzt um die Lasten der Pos. XX_WA01 zu übergeben. Zusätzlich wird die Last aus dem Dachbinder de Fahrzeughalle Pos. EG_DA02 auf das Streifenfundament angesetzt. Diese Last wird der Lagerreaktion der Stütze Pos. XX_S03 entnommen. Horizontallasten werden aufgrund der kontinuierlichen Anbindung an die Bodenplatte nicht übergeben.

Ständige Lasten:

Eigenlasten programmintern	Wichte Stahlbeton 25 kN/m ³		
aus Pos. XX_WA01		$g_k =$	78,24 kN/m
aus Pos. XX_S03	(Last aus Dachbinder)	$g_k =$	74,00 kN/m

Veränderliche Lasten:

aus Pos. XX_WA01		$q_{k,1} =$	15,59 kN/m
aus Pos. XX_WA01		$q_{k,2} =$	1,81 kN/m
aus Pos. XX_S03	(Last aus Dachbinder)	$q_{k,2} =$	113,0 kN/m

Schneelasten:

aus Pos. XX_WA01		$s_{k,1} =$	2,47 kN/m
------------------	--	-------------	-----------

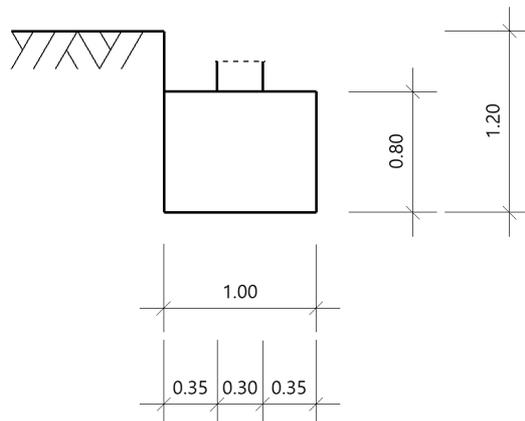
Bemessung

Alle GZT und GZG Nachweise gemäß nachfolgendem Frilo-Ausdruckprotokoll.

Pos. EG_GR04: Streifenfundament Trennwand

Streifenfundament (x64) FDS+ 02/2023A (FRILO R-2023-2/P03)

Ansicht



Bauteil

Bauteil	Beton	Betonstahl	Breite (x) m	Länge (y) m	Höhe (z) m
Wand(Mauerwerk)			0.30	10.00	
Fundament	C 25/30	B500A	1.00	10.00	0.80

Einbindetiefe des Fundamentes in den Baugrund 1.20 m. Grundwasser oberhalb der Sohle 1.20 m.
Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d} = 210.00 \text{ kN/m}^2$.

Grundwasser

Grundwasser = 1.20 m

Wandlasten - charakteristisch

charakteristische Lastfälle

Nr	Einwirkungen	Bezeichnung	$N_z, \text{vertikal, kN/m}$	$M_x, \text{längs, kNm}$	$M_y, \text{quer, kNm}$	$H_x, \text{quer, kN/m}$	$H_y, \text{längs, kN/m}$	$Q_{\text{links}}, \text{kN/m}^2$	$Q_{\text{rechts}}, \text{kN/m}^2$	Zus	Alt
1	ständig	Gv aus XX_WA01	78.24	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0	0
2	Kat. B: Bürogeb...	Qv, re->Decke 1 aus Pos. XX_WA01	1.59	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0	0
3	Kat. B: Bürogeb...	Qv, re->Decke 2 aus Pos. XX_WA01	1.81	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0	0
4	Schnee H < 1000..	Qv, re->Decke 2 aus Pos. XX_WA01	1.47	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0	0
5	Kat. B: Bürogeb...	Stütze XX_S03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0	0

Eigengewicht ist bei den Nachweisen berücksichtigt. Wichte Beton : $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$. Gesamtfundament ohne Wand $8.000 \text{ m}^3 / 200.00 \text{ kN}$. Torsion aus Horizontallasten wird nicht berücksichtigt. Auftrieb Fundament: 80.0 kN.

Linienlasten - charakteristisch

Nr	wirksam in Lastfall	p1 kN/m	x1 m	y1 m	p2 kN/m	x2 m	y2 m	R kN
1	5	113.00	0.00	2.75	113.00	0.00	3.35	67.8
2	5	113.00	0.00	-2.75	113.00	0.00	-3.35	67.8
3	1	74.00	0.00	2.75	74.00	0.00	3.35	44.4
4	1	74.00	0.00	-2.75	74.00	0.00	-3.35	44.4

Überlagerung

Nr	BS	Überlagerung
1	P	0,9 bzw. 1,1 x (1)
2	P	0,95 bzw. 1,05 x (1)
3	P	1.0 x (1)
4	P	1.0 x (1) + 1.0 x (2) + 1.0 x (3) + 0.5 x (4) + 1.0 x (5)
5	P	1.35 x (1) + 1.5 x (2) + 1.5 x (3) + 0.75 x (4) + 1.5 x (5)
6	P	1.0 x (1)
7	P	1.0 x (1)
8	rare	1.0 x (1) + 1.0 x (2) + 1.0 x (3) + 0.5 x (4) + 1.0 x (5)
9	perm	1.0 x (1) + 0.3 x (3) + 0.3 x (5)
10	perm	1.0 x (1)
11	perm	1.0 x (1) + 0.3 x (2) + 0.3 x (3) + 0.3 x (5)

BS: Bemessungssituation P: ständig

Die Lastfallnummern stehen in den Klammern.

Übersicht Nachweise

Nachweis	Überlagerung	η
klaffende Fuge nur ständige Lasten SLS charakteristisch	3	0.00
klaffende Fuge ständige und veränderliche Lasten SLS charakteristisch	4	0.00
Lagesicherheit	1	0.09
Abhebenachweis	2	0.08
Vereinfachter Nachweis ULS	5	0.92

Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d} = 210.00 \text{ kN/m}^2$

$\sigma_{R,d} = 210.00 \text{ kN/m}^2$. Der Bemessungswert des Sohldruckwiderstands ist direkt vorgegeben worden.

Vereinfachter Nachweis Überlagerung

Nr	GZ	BS	N _d kN	R ₀ kN	a' m	b' m	σ_d kN/m ²	$\sigma_{R,d}$ kN/m ²	η
5	GEO	P	1929.0	0.0	1.00	10.00	192.90	210.00	0.92

Der Sohldruck ist mit Sicherheitsbeiwerten behaftet.

Bemessung

Biegebemessung

$M_{Ed,y}^{1)} = 15.73 \text{ kNm/m}$ $a_{s,erf,x}^{2)} = 8.1 \text{ cm}^2/\text{m}$ $a_{s,vorh,x} = 9.0 \text{ cm}^2/\text{m}$ unten

Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 berücksichtigt.

20% Querbewehrung wurden berücksichtigt.

Bewehrungslage Bewehrung in xy-Richtung $d_{1,x,y} = 4.8 \text{ cm}$

1) Überlagerung 5

2) Mindestbewehrung

Querkraftnachweis

Querkraftnachweis: Keine Querkraftbewehrung erforderlich.

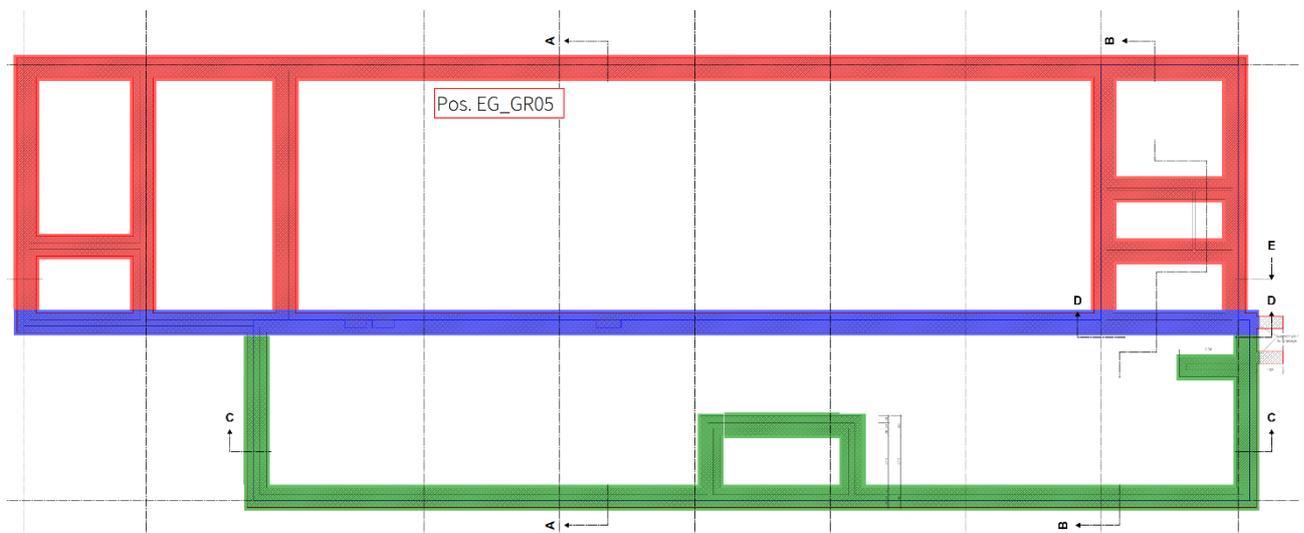
Biegebewehrung

Lage	Richtung	Position	$A_s \text{ cm}^2$
unten	quer	80Ø12/12.5 cm	90.5
unten	längs	7Ø12/15 cm	7.9
oben	quer	80Ø12/12.5 cm	90.5
oben	längs	7Ø12/14.3 cm	7.9

4.5 Pos. EG_GR05: Streifenfundamente Fahrzeughalle

Es folgt die Bemessung des Streifenfundamentes entlang der Außen- und Innenwände im Bereich der Fahrzeughalle Pos. EG_WA01. Maßgebend werden die Streifenfundamente unterhalb der Stützen im Bereich der Toreinfahrten.

Auszug Architekturplan



Geometrie/Material

Stahlbeton	C25/30 XC2, WO
Betonstahl	B500
Abmessungen	$h = 80 \text{ cm}$, $b = 80 \text{ cm}$
Betondeckung	$c_{\text{nom}} = 3,5 \text{ cm}$
Bewehrung quer	$\varnothing 12 / 12,5 \text{ cm}$
Bewehrung längs	$\varnothing 12 - 10 \text{ cm}$ (8 $\varnothing 12$)
zul. Sohlpressung	$\sigma_{\text{Rd}} = 210 \text{ kN/m}^2$

Lastannahmen

Es wurde die Programminterne Lastübergabe genutzt um die Lasten der Pos. EG_WA01 zu übergeben.

Ständige Lasten:

Eigenlasten programmintern	Wichte Stahlbeton 25 kN/m^3		
aus Pos. EG_WA01		$g_{k,1} = 39,5$	kN/m
		$g_{k,2} = 76,7$	kN/m
		$g_{k,3} = 31,2$	kN/m
		$g_{k,4} = 26,4$	kN/m
		$g_{k,5} = 8,4$	kN/m
		$g_{k,6} = 7,5$	kN/m

Veränderliche Lasten:

aus Pos. EG_WA01		$q_{k,1} = 99,8$	kN/m
------------------	--	------------------	------

Windlasten:

aus Pos. EG_WA01		$w_{k,y} = 6,1$	kN/m
------------------	--	-----------------	------

Außergewöhnliche Lasten:

aus Pos. EG_WA01		$a_{k,y} = 78,7$	kN/m
------------------	--	------------------	------

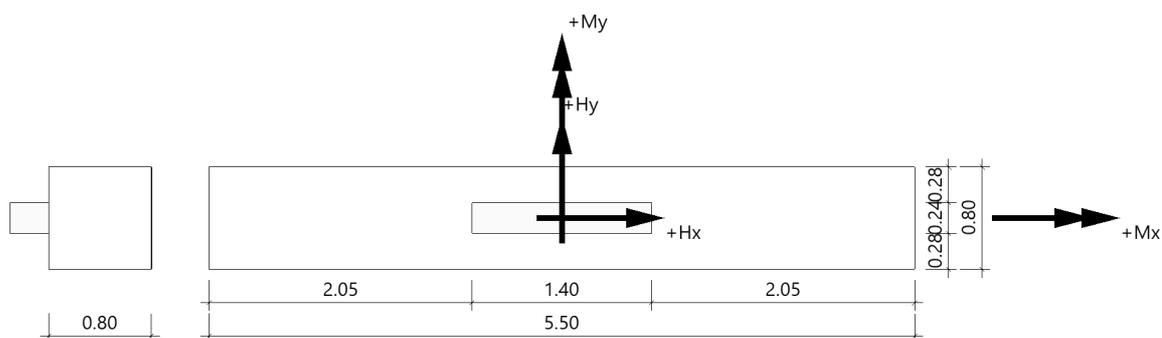
Bemessung

Alle GZT und GZG Nachweise gemäß nachfolgendem Frilo-Ausdruckprotokoll.

Pos. EG_GR05: Streifenfundamente Fahrzeughalle

Fundament (x64) FD+ 02/2023A (FRILO R-2023-2/P03)

Draufsicht



Bauteil

Bauteil	Beton	Betonstahl	Breite (x) m	Breite (y) m	Höhe (z) m
Fundament	C 25/30	B500A	5.50	0.80	0.80
Stütze	C 25/30	B500A	1.40	0.24	0.00

Einbindetiefe des Fundamentes in den Baugrund 0.80 m. Ohne Grundwasser. Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d} = 210.00 \text{ kN/m}^2$.

Stützenlasten - charakteristisch

Nr	Ew	Bezeichnung	N kN	M _x kNm	M _y kNm	H _x kN	H _y kN	Zus	Alt
1	g	Stützeigengewicht	39.5	0.00	0.00	0.0	0.0	0	0
2	g	E0_DA02	76.7	0.00	0.00	0.0	0.0	0	0
3	E	E0_DA02	99.8	0.00	0.00	0.0	0.0	0	0
4	I	Wandwindlast	0.0	0.00	0.00	0.0	6.1	0	0
5	g	BetonwandüberTor	31.2	0.00	0.00	0.0	0.0	0	0
6	g	Attika	26.4	0.00	0.00	0.0	0.0	0	0
7	g	WandaufbauüberTor	8.4	0.00	0.00	0.0	0.0	0	0
8	O	Anprall	0.0	0.00	0.00	0.0	78.7	0	0
9	g	Wandaufbau	7.5	0.00	0.00	0.0	0.0	0	0

1 : Dieser Lastfall ist planmäßig nur bei der Bemessung der Anschlussbewehrung bzw. des Köchers berücksichtigt worden.

Eigengewicht ist bei den Nachweisen berücksichtigt. Wichte Beton : $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$. Gesamtfundament ohne Sockel bzw. Stütze $3.520 \text{ m}^3 / 88.00 \text{ kN}$. Horizontallasten greifen an der Oberkante des Sockels bzw. der Stütze an. Torsion aus Horizontallasten wird nicht berücksichtigt. Außergewöhnliche Lasten werden stets einzeln angesetzt, solange sie nicht durch Gruppenelemente zusammengefasst sind.

Überlagerung

Nr	BS	Überlagerung
1	P	0,9 bzw. 1,1 x (1) + 0,9 bzw. 1,1 x (2) + 0,9 bzw. 1,1 x (5) + 0,9 bzw. 1,1 x (6) + 0,9 bzw. 1,1 x (7) + 0,9 bzw. 1,1 x (9)
2	P	0,9 bzw. 1,1 x (1) + 0,9 bzw. 1,1 x (2) + 1,5 x (4) + 0,9 bzw. 1,1 x (5) + 0,9 bzw. 1,1 x (6) + 0,9 bzw. 1,1 x (7) + 0,9 bzw. 1,1 x (9)
3	P	0,95 bzw. 1,05 x (1) + 0,95 bzw. 1,05 x (2) + 0,95 bzw. 1,05 x (5) + 0,95 bzw. 1,05 x (6) + 0,95 bzw. 1,05 x (7) + 0,95 bzw. 1,05 x (9)
4	P	1,0 x (1) + 1,0 x (2) + 1,0 x (5) + 1,0 x (6) + 1,0 x (7) + 1,0 x (9)
5	P	1,0 x (1) + 1,0 x (2) + 1,0 x (4) + 1,0 x (5) + 1,0 x (6) + 1,0 x (7) + 1,0 x (9)
6	P	1,35 x (1) + 1,35 x (2) + 1,5 x (3) + 1,5 x (4) + 1,35 x (5) + 1,35 x (6) + 1,35 x (7) + 1,35 x (9)
7	P	1,0 x (1) + 1,0 x (2) + 1,0 x (4) + 1,0 x (5) + 1,0 x (6) + 1,0 x (7) + 1,0 x (9)
8	P	1,35 x (1) + 1,35 x (2) + 1,5 x (3) + 0,9 x (4) + 1,35 x (5) + 1,35 x (6) + 1,35 x (7) + 1,35 x (9)
9	P	1,0 x (1) + 1,0 x (2) + 1,0 x (5) + 1,0 x (6) + 1,0 x (7) + 1,0 x (9)
10	P	1,35 x (1) + 1,35 x (2) + 1,5 x (3) + 1,35 x (5) + 1,35 x (6) + 1,35 x (7) + 1,35 x (9)
11	rare	1,0 x (1) + 1,0 x (2) + 1,0 x (3) + 1,0 x (4) + 1,0 x (5) + 1,0 x (6) + 1,0 x (7) + 1,0 x (9)
12	perm	1,0 x (1) + 1,0 x (2) + 0,8 x (3) + 1,0 x (5) + 1,0 x (6) + 1,0 x (7) + 1,0 x (9)
13	perm	1,0 x (1) + 1,0 x (2) + 1,0 x (5) + 1,0 x (6) + 1,0 x (7) + 1,0 x (9)
14	rare	1,0 x (1) + 1,0 x (2) + 1,0 x (3) + 0,6 x (4) + 1,0 x (5) + 1,0 x (6) + 1,0 x (7) + 1,0 x (9)

BS: Bemessungssituation P: ständig A: außergewöhnlich

Die Lastfallnummern stehen in den Klammern.

Übersicht Nachweise

Nachweis	Überlagerung	η
klaffende Fuge nur ständige Lasten SLS charakteristisch	4	0.00
klaffende Fuge ständige und veränderliche Lasten SLS charakteristisch	5	0.004
Lagesicherheit	2	0.07
Vereinfachter Nachweis ULS	6	0.59
Neigung der Sohldruckresultierenden	7	0.11

Übersicht Bewehrung

Art	Überlagerung	cm ²
Biegung $A_{Sx,u}$	6	6.5
Biegung $A_{Sy,u}$	6	44.5

Die Neigung der charakteristischen bzw. repräsentativen Sohldruckresultierenden

$$\tan \delta = H/V = 0.02 \leq 0.20$$

Die Neigung der charakteristischen bzw. repräsentativen Sohldruckresultierenden ermöglicht den vereinfachten Nachweis.

Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d} = 210.00 \text{ kN/m}^2$

$\sigma_{R,d} = 210.00 \text{ kN/m}^2$. Der Bemessungswert des Sohldruckwiderstands ist direkt vorgegeben worden.

Vereinfachter Nachweis Überlagerung

Nr	GZ	BS	N _d kN	R ₀ kN	a' m	b' m	σ_d kN/m ²	$\sigma_{R,d}$ kN/m ²	η
6	GEO	P	524.5	0.0	5.50	0.77	123.19	210.00	0.59

Der Sohldruck ist mit Sicherheitsbeiwerten behaftet.

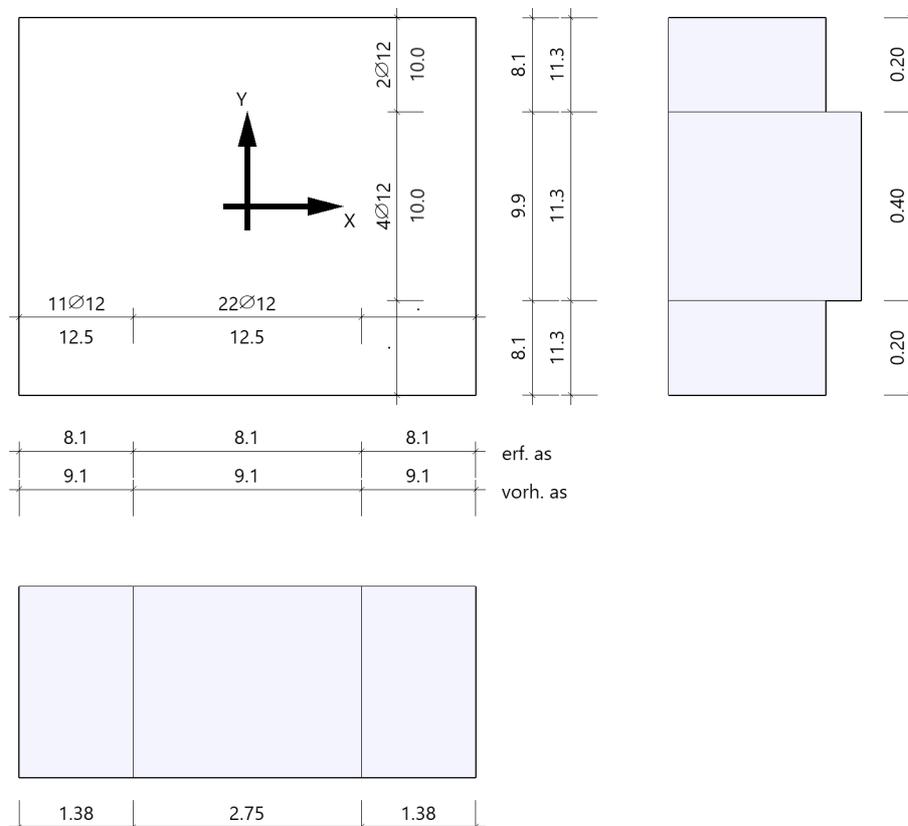
Bemessung Überlagerungen

Üb.	M _{yu,Ed} kNm	M _{xu,Ed} kNm	M _{yo,Ed} kNm	M _{xo,Ed} kNm	A _{s,xu} cm ²	A _{s,yu} cm ²	A _{s,xo} cm ²	A _{s,yo} cm ²
6	207.92	32.06	0.00	0.00	6.5*	44.5*	0.0	0.0

*: Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.1.1 (1)

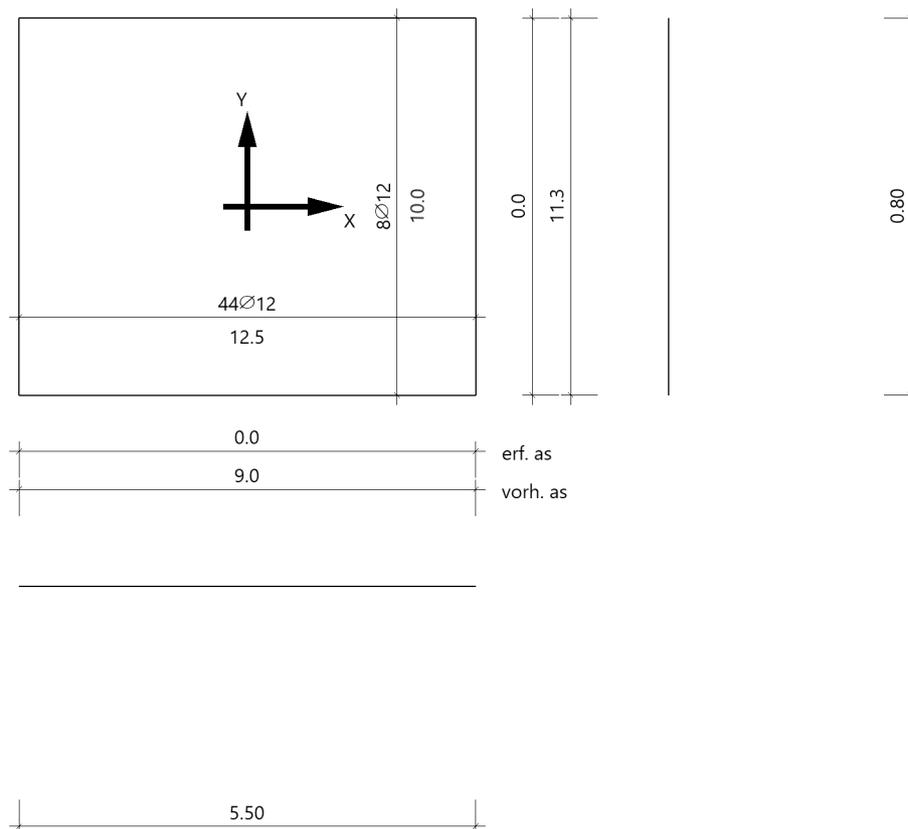
Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung d_{1,x} = 4.8 cm. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung d_{1,y} = 4.8 cm. Ausgerundetes Biegemoment aus der Achse der Stütze. 20% Querbewehrung wurden berücksichtigt.

Bewehrungsverteilung unten in m, cm²/m



Es werden Spitzenwerte der Verteilung nach Heft 240 des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton abgedeckt. Daher kann die hier erforderliche Bewehrung höher als die statisch erforderliche Bewehrung sein. Um die Querkrafttragfähigkeit sicherzustellen, ist das Fundament im Durchstanzbereich für Mindestmomente nach Gleichung (NA.6.54.1) bemessen worden, sofern die Schnittgrößenermittlung nicht zu höheren Werten geführt hat.

Bewehrungsverteilung oben in m, cm²/m



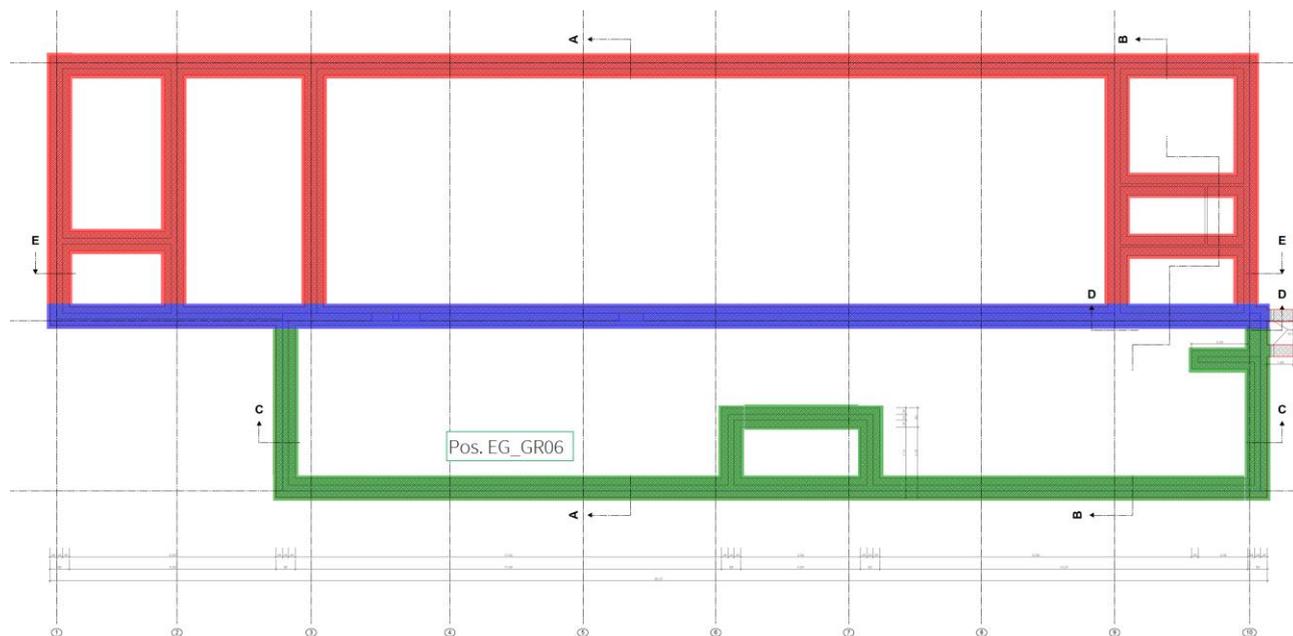
Querkraft

Querkraftnachweis: Keine Querkraftbewehrung erforderlich.

4.6 Pos. EG_GR06: Streifenfundamente Sozialbau

Es folgt die Bemessung des Streifenfundamentes entlang der Außenwände im Bereich des Sozialtraktes Pos. XX_WA02.

Auszug Architekturplan



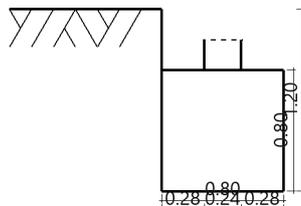
Geometrie/Material

Stahlbeton	C25/30 XC2, WO
Betonstahl	B500
Abmessungen	$h = 80 \text{ cm}$, $b = 80 \text{ cm}$
Betondeckung	$c_{\text{nom}} = 3,5 \text{ cm}$
Bewehrung quer	$\text{Ø}12 / 10 \text{ cm}$
Bewehrung längs	$6 \text{ Ø}12 (- 12,5 \text{ cm})$
zul. Sohlpressung	$\sigma_{\text{Rd}} = 210 \text{ kN/m}^2$

Pos. EG_GR06: Streifenfundamente Sozialbau

Streifenfundament (x64) FDS+ 02/2023A (FRILO R-2023-2/P03)

Ansicht



Bauteil

Bauteil	Beton	Betonstahl	Breite (x) m	Länge (y) m	Höhe (z) m
Wand(Mauerwerk)			0.24	1.00	
Fundament	C 25/30	B500A	0.80	1.00	0.80

Einbindetiefe des Fundamentes in den Baugrund 1.20 m. Grundwasser oberhalb der Sohle 1.20 m.
Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d} = 210.00 \text{ kN/m}^2$.

Grundwasser

Grundwasser = 1.20 m

Wandlasten - charakteristisch

charakteristische Lastfälle

Nr	Einwirkungen	Bezeichnung	$N_{z,\text{vertikal},k}$ kN/m	$M_{x,\text{längs},k}$ kNm	$M_{y,\text{quer},k}$ kNm/m	$H_{x,\text{quer},k}$ kN/m	$H_{y,\text{längs},k}$ kN	$Q_{\text{links},k}$ kN/m ²	$Q_{\text{rechts},k}$ kN/m ²	Zus	Alt
1	ständig	Gv aus Pos. XX_WA02	76.59	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0	0
2	Kat. B: Bürogeb...	Qv,re->Decke 1	15.52	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0	0
3	Kat. B: Bürogeb...	Qv,re->Decke 2	1.80	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0	0
4	Schnee H < 1000...	Qv,re->Decke 2	2.46	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0	0

Eigengewicht ist bei den Nachweisen berücksichtigt. Wichte Beton : $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$. Gesamtfundament ohne Wand $0.640 \text{ m}^3 / 16.00 \text{ kN}$. Torsion aus Horizontallasten wird nicht berücksichtigt. Auftrieb Fundament: 6.4 kN.

Überlagerung

Nr	BS	Überlagerung
1	P	0,9 bzw. 1,1 x (1)
2	P	0,95 bzw. 1,05 x (1)
3	P	1.0 x (1)
4	P	1.0 x (1) + 1.0 x (2) + 1.0 x (3) + 0.5 x (4)
5	P	1.35 x (1) + 1.5 x (2) + 1.5 x (3) + 0.75 x (4)
6	P	1.0 x (1)
7	P	1.0 x (1)
8	rare	1.0 x (1) + 0.7 x (2) + 0.7 x (3) + 0.5 x (4)
9	perm	1.0 x (1)
10	rare	1.0 x (1) + 1.0 x (2) + 1.0 x (3) + 0.5 x (4)
11	perm	1.0 x (1) + 0.3 x (2) + 0.3 x (3)

BS: Bemessungssituation P: ständig

Die Lastfallnummern stehen in den Klammern.

Übersicht Nachweise

Nachweis	Überlagerung	η
klaffende Fuge nur ständige Lasten SLS charakteristisch	3	0.00
klaffende Fuge ständige und veränderliche Lasten SLS charakteristisch	4	0.00
Lagesicherheit	1	0.08
Abhebenachweis	2	0.08
Vereinfachter Nachweis ULS	5	0.91

Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d} = 210.00 \text{ kN/m}^2$

$\sigma_{R,d} = 210.00 \text{ kN/m}^2$. Der Bemessungswert des Sohldruckwiderstands ist direkt vorgegeben worden.

Vereinfachter Nachweis Überlagerung

Nr	GZ	BS	N_d kN	R_0 kN	a' m	b' m	σ_d kN/m ²	$\sigma_{R,d}$ kN/m ²	η
5	GEO	P	152.8	0.0	0.80	1.00	191.03	210.00	0.91

Der Sohldruck ist mit Sicherheitsbeiwerten behaftet.

Bemessung

Das Fundament kann in der unteren Lage unbewehrt ausgeführt werden.

Biegebewehrung

Lage	Richtung	Position	$A_s \text{ cm}^2$
unten	quer	10Ø12/10 cm	11.3
unten	längs	6Ø12/12.5 cm	6.8
oben	quer	10Ø12/10 cm	11.3
oben	längs	6Ø12/13.3 cm	6.8

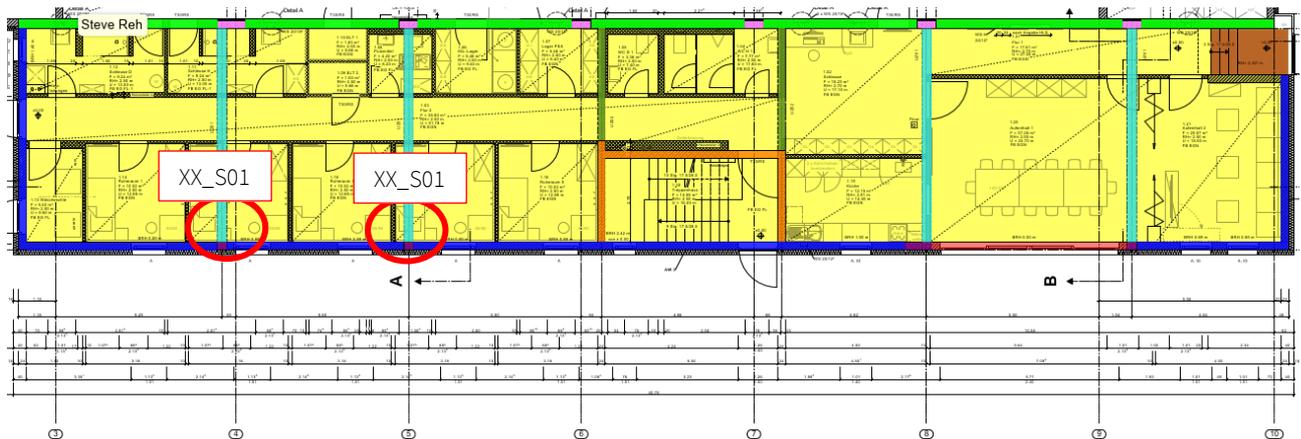
5. Stützen, Wände

5.1. Stützen

5.1.1 Pos. XX_ST01 Stützen 01 Außenwand Sozialbau

Es folgt die Bemessung der Stahlbetonstützen im Bereich der Außenwand Achse C/4-5. Diese Stützen dienen der Auflagerung der Unterzüge der beiden Geschossdecken (EG_DE01 und OG_DE01) in Achse 4 und 5. Die Stützen im Erdgeschoss sind maßgebend.

Auszug Architekturplan



Geometrie/Material

Stahlbeton	C25/30 XC1, W0
Betonstahl	B500
Abmessungen	b/h = 24/30 cm
Geschosshöhe EG	3,30 m
Betondeckung	$c_{nom} = 2,5$ cm (umlaufend)
Längsbewehrung	8 Ø12
Bügelbewehrung	Ø8 - 15 cm (Verdichtungsgebiete beachten)
Brandschutz	F30

Lastannahmen

Die Belastung aus den Unterzügen entspricht den Querkraftwerten im Auflagerbereich der Pos. EG_UZ01 und OG_UZ01 (RFEM Deckenbemessung Pos. EG_DE01 und OG_DE01).

Die Auflagerkräfte der Frilo-Bemessung der Unterzüge sind unter Umständen höher als die hier aufgeführten Lasten aus der Deckenbemessung, da in Frilo bereits ein Durchlaufkoeffizient in der Lastermittlung berücksichtigt wurde.

Ständige Lasten:

Eigenlasten programmintern	Wichte Stahlbeton 25 kN/m ³		
OG_DE01		G _k =	56,0 kN
OG_DE01 Ausbau		G _k =	30,0 kN
EG_DE01		G _k =	56,5 kN
EG_DE01 Ausbau		G _k =	26,3 kN

Nutzlasten:

OG_DE01	LF: Nutzlasten Volllast	Q _k =	5,00 kN
EG_DE01	LF: Nutzlasten Volllast	Q _k =	43,75 kN

Windlasten:

Windsog (Bereich B)	w _k = 0,47 kN/m ² x 1,0 m	w _k =	0,50 kN/m
	Annahme einer Einflussbreite aus angrenzenden MW-Wänden		

Schneelasten:

OG_DE01		S _k =	7,00 kN
---------	--	------------------	---------

Bemessung

Alle GZT und GZG Nachweise gemäß nachfolgendem Frilo-Ausdruckprotokoll.

Pos. XX_ST01 Stützen Sozialtrakt

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 02/23A (FRILO R-2023-2/P04)

Berechnungsgrundlagen

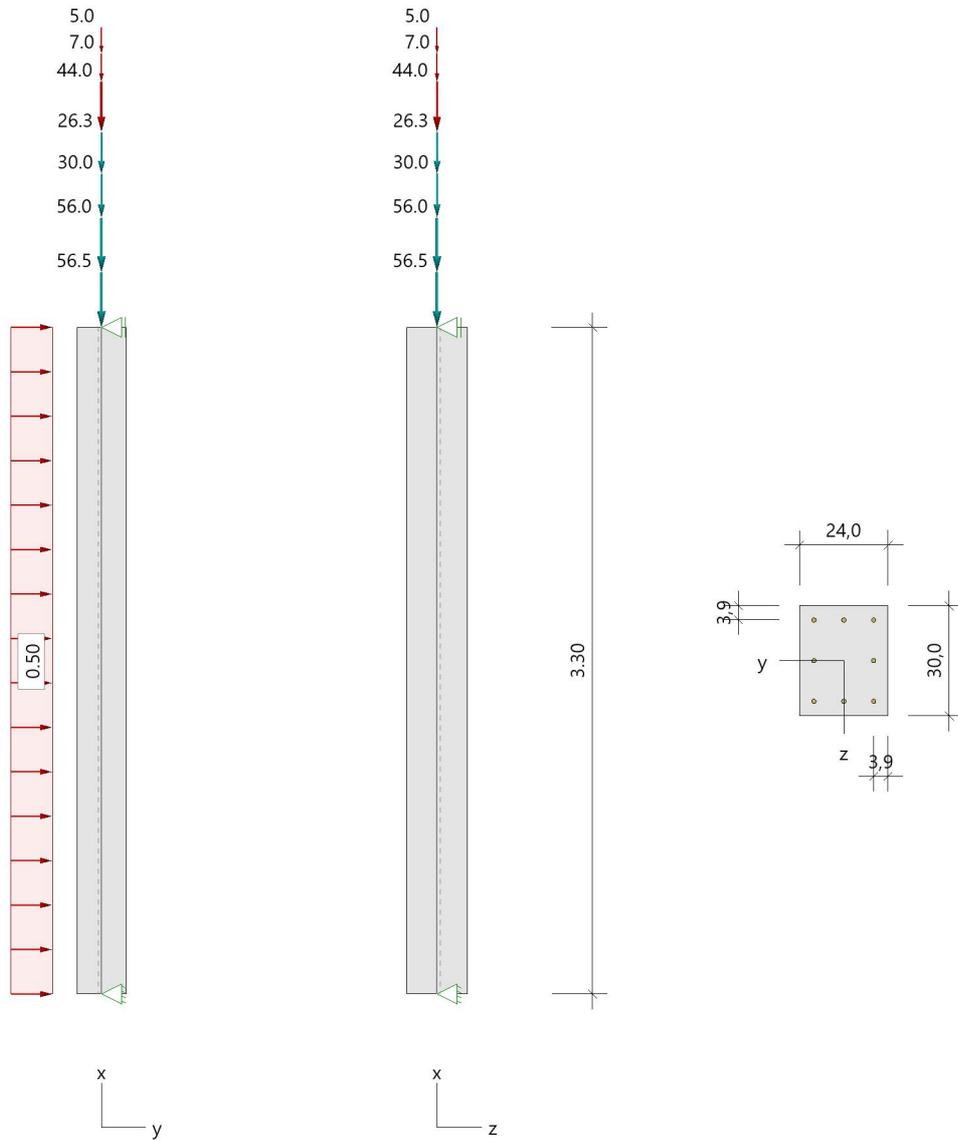
- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

Systemgrafik 2D

Maßstab 1:37.7



Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	W0
Bewehrungskorrosion	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 8 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 12 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$
Bügel	$c_{min,b} = 10 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 12 \text{ mm} \quad *5$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 28 \text{ mm} \quad *1$
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 20 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$

*1: mit $c_{min,b}$

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	
Endkriechzahl	$\phi(t_0, \infty) = 2.81$	

Materialauswahl

Beton C 25/30	$f_{ck} = 25.00 \text{ N/mm}^2$	$E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$
Betonstahl B500A	$f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$	$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$
	$k(f_t/f_y) = 1.05$	$\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$ (Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 $\alpha_{cc} = 0.85 \quad \alpha_{ct} = 0.85$			γ_s	Betonstahl B500A	
	γ_c	f_{cd} [N/mm ²]	f_{ctd} [N/mm ²]		f_{yd} [N/mm ²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm ²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützhöhe	$l =$	3.30 m
Querschnitt	$b_y/d_z =$	24.0/30.0 cm
	$b_1/d_1 =$	3.9/3.9 cm
	Bewehrungsanordnung (kalt)	umfangsverteilt
	Bewehrungsanordnung (Brand)	wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. B: Bürogebäude	0.70	0.50	0.30		1.500
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.500
Schnee H < 1000 m ständig	0.50	0.20	0.00	1.000	1.350

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf	56.0								ständig		
2	Stützenkopf	30.0								ständig		
3	Stützenkopf	56.5								ständig		
4	Stützenkopf	26.3								ständig		
5	Stützenkopf	5.0								Kat. B		
6	Stützenkopf	44.0								Kat. B		
7	Stützenkopf	7.0								Schnee		

Verteilte Lasten

Nr.	Bauteil	Richtung	Abstand [m]	p_{Anf} [kN/m]	Länge [m]	p_{End} [kN/m]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
8	Stütze	in y		0.50	3.30	0.50	Wind		

Punktlasten (Stützeigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf	5.9								ständig		

Bezeichnungen der Lasten

- Last 1: OG_DE01
- Last 2: OG_DE01 Ausbau
- Last 3: EG_DE01
- Last 4: EG_DE01 Ausbau
- Last 5: OG_DE01
- Last 6: EG_DE01
- Last 7: OG_DE01
- Last 8: Wind Bereich B

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Lastniveau für Krieeffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegeline als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($f_{ct,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Optionen für den Brandschutznachweis

- Nachzuweisende Feuerwiderstandsklasse: R30
- Brandangriff = gesamter Stützenumfang
- Der Nachweis wird in der außergewöhnlichen Bemessungssituation unter Beachtung von EN 1991-1-2, 4.3.1, geführt.
- Die Schiefstellung ist auf $\theta \leq 1/500$ begrenzt.
- Steifigkeitsabminderung für Bewehrungsgrade $\rho < 2.0\%$: $E_{\text{eff,cal}} = E_{\text{eff}} \cdot (\rho/0.02)^{0.5}$
- Der Nachweis wird unter Berücksichtigung der thermischen Dehnungen geführt.

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min $N_{cr}/N = 30,86$ in y- / $48,22$ in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Teil 1 - Lastkombinationen 1 - 8

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4	LK 5	LK 6	LK 7	LK 8
Stützeigengewicht	1.35	1.00	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	1.35
OG_DE01	1.35	1.00	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	1.35
OG_DE01 Ausbau	1.35	1.00	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	1.35
EG_DE01	1.35	1.00	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	1.35
EG_DE01 Ausbau	1.35	1.00	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	1.35
OG_DE01	1.50		1.50	1.05	1.05		1.50	
EG_DE01	1.50		1.50	1.05	1.05		1.50	
OG_DE01			0.75	0.75		0.75	0.75	
Wind Bereich B	0.90	1.50		1.50	1.50	1.50		1.50

Teil 2 - Lastkombinationen 9 - 11

Last	LK 9	LK 10	LK 11
Stützeigengewicht	1.00	1.00	1.35
OG_DE01	1.00	1.00	1.35
OG_DE01 Ausbau	1.00	1.00	1.35
EG_DE01	1.00	1.00	1.35
EG_DE01 Ausbau	1.00	1.00	1.35
OG_DE01	1.05		
EG_DE01	1.05		
OG_DE01	0.75		
Wind Bereich B	1.50		

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	sk,y [m]	sk,z [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	ei,y [cm]	ei,z [cm]	ϕ_∞	f _{red}
1	1	Stütze	3.30	3.30	47.6	38.1	29.1	29.1	0.8	0.8	2.812	0.809

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssit

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	ρ [%]	A _{s,erf} [cm ²]	A _{s,vorh} [cm ²]	Versagensart
1	3.30	-309.4	0.00	0.00	1.26	9.0	9.0	Querschnitt
	2.75	-309.4	1.30	-1.69	1.26	9.0	9.0	
	2.20	-309.4	2.27	-2.89	1.26	9.0	9.0	
	1.65	-309.4	2.64	-3.35	1.26	9.0	9.0	
	1.10	-309.4	2.27	-2.89	1.26	9.0	9.0	
	0.55	-309.4	1.30	-1.69	1.26	9.0	9.0	
	0.00	-309.4	0.00	0.00	1.26	9.0	9.0	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	A _{d,y} [kN]	H _{d,y} [kN]	M _{d,z} [kNm]	H _{d,z} [kN]	M _{d,y} [kNm]	LK	
Abschnitt 1	3.30		0.7	0.00	0.0	0.00	1	
			1.2	0.00	0.0	0.00	4	
			0.7	0.00	0.0	0.00	1	
Fußpunkt	0.00		174.7	1.2	0.00	0.00	2	
			314.6	0.0	0.00	0.0	0.00	3
			174.7	0.0	0.00	0.0	0.00	10
			287.3	1.2	0.00	0.0	0.00	5
			309.4	0.7	0.00	0.0	0.00	1
			309.4	0.7	0.00	0.0	0.00	1

Untersuchte Lastkombinationen (Bemessungssituation Brand)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4
Stützeineigengewicht	1.00	1.00	1.00	1.00
OG_DE01	1.00	1.00	1.00	1.00
OG_DE01 Ausbau	1.00	1.00	1.00	1.00
EG_DE01	1.00	1.00	1.00	1.00
EG_DE01 Ausbau	1.00	1.00	1.00	1.00
OG_DE01	0.30		0.30	
EG_DE01	0.30		0.30	
OG_DE01				
Wind Bereich B	0.20	0.20		

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}^*$ [cm]	$e_{i,z}^*$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	3.30	3.30	47.6	38.1	0.0	0.0	0.3	0.3	0.000	0.793

* Benutzervorgabe für anzusetzende Schiefstellung: 1/500

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	Versagensart
1	3.30	-189.4	0.00	0.00	1.26	9.0	9.0	Querschnitt
	2.75	-189.4	0.34	-0.47	1.26	9.0	9.0	
	2.20	-189.4	0.60	-0.80	1.26	9.0	9.0	
	1.65	-189.4	0.70	-0.93	1.26	9.0	9.0	
	1.10	-189.4	0.60	-0.80	1.26	9.0	9.0	
	0.55	-189.4	0.34	-0.47	1.26	9.0	9.0	
	0.00	-189.4	0.00	0.00	1.26	9.0	9.0	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (Brand)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,y}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	3.30		0.2	0.00	0.0	0.00	1
			0.2	0.00	0.0	0.00	1
			0.2	0.00	0.0	0.00	2
Fußpunkt	0.00	174.7	0.0	0.00	0.0	0.00	4
			0.2	0.00	0.0	0.00	1
			0.2	0.00	0.0	0.00	2
			0.2	0.00	0.0	0.00	2

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm ²]
1	9.0

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4	LK 5	LK 6	LK 7
Stützeigengewicht	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
OG_DE01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
OG_DE01 Ausbau	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
EG_DE01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
EG_DE01 Ausbau	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
OG_DE01	1.00		1.00	0.70	0.70		
EG_DE01	1.00		1.00	0.70	0.70		
OG_DE01			0.50	0.50		0.50	
Wind Bereich B	0.60	1.00		1.00	1.00	1.00	

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = \infty$)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	f _y [cm]	f _z [cm]	f _{y,lim} [cm]	f _{z,lim} [cm]	η
2	3.30	-223.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
4	2.75	-223.7	0.00	-0.39	0.0	0.0			
4	2.20	-223.7	0.00	-0.62	0.01	0.0			
4	1.65	-223.7	0.00	-0.70	0.01	0.0			
4	1.10	-223.7	0.00	-0.62	0.01	0.0			
4	0.55	-223.7	0.00	-0.39	0.0	0.0			
2	0.00	-223.7	0.00	0.00	0.0	0.0			

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = 0$)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	f _y [cm]	f _z [cm]	f _{y,lim} [cm]	f _{z,lim} [cm]	η
2	3.30	-223.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
4	2.75	-223.7	0.00	-0.39	0.0	0.0			
4	2.20	-223.7	0.00	-0.62	0.01	0.0			
4	1.65	-223.7	0.00	-0.70	0.01	0.0			
4	1.10	-223.7	0.00	-0.62	0.01	0.0			
4	0.55	-223.7	0.00	-0.39	0.0	0.0			
2	0.00	-223.7	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = \infty$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ϵ_s [‰]	σ_s [N/mm ²]	$\sigma_{s,lim}^1$ [N/mm ²]	η
1	3.30	-223.7	0.00	0.00	0.00	-0.092	-18.47	400.00	0.00
1	2.75	-223.7	0.00	-0.23	0.00	-0.091	-18.26	400.00	0.00
1	2.20	-223.7	0.00	-0.37	0.00	-0.090	-18.07	400.00	0.00
1	1.65	-223.7	0.00	-0.42	0.00	-0.090	-18.00	400.00	0.00
1	1.10	-223.7	0.00	-0.37	0.00	-0.090	-18.07	400.00	0.00
1	0.55	-223.7	0.00	-0.23	0.00	-0.091	-18.26	400.00	0.00
1	0.00	-223.7	0.00	0.00	0.00	-0.092	-18.47	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0,80 \cdot f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = 0$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ϵ_s [‰]	σ_s [N/mm ²]	$\sigma_{s,lim}^1$ [N/mm ²]	η
1	3.30	-223.7	0.00	0.00	0.00	-0.092	-18.47	400.00	0.00
1	2.75	-223.7	0.00	-0.23	0.00	-0.091	-18.26	400.00	0.00
1	2.20	-223.7	0.00	-0.37	0.00	-0.090	-18.07	400.00	0.00
1	1.65	-223.7	0.00	-0.42	0.00	-0.090	-18.00	400.00	0.00
1	1.10	-223.7	0.00	-0.37	0.00	-0.090	-18.07	400.00	0.00
1	0.55	-223.7	0.00	-0.23	0.00	-0.091	-18.26	400.00	0.00
1	0.00	-223.7	0.00	0.00	0.00	-0.092	-18.47	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0,80 \cdot f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeigengewicht	1.00	1.00
OG_DE01	1.00	1.00
OG_DE01 Ausbau	1.00	1.00
EG_DE01	1.00	1.00
EG_DE01 Ausbau	1.00	1.00
OG_DE01	0.30	
EG_DE01	0.30	
OG_DE01		
Wind Bereich B		

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssitua

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	ε _c [‰]	σ _c [N/mm ²]	σ _{c,lim} ¹ [N/mm ²]	vorh f _{φ,nl}	erf f _{φ,nl}	η
1	3.30	-189.4	0.00	0.00	-0.080	-2.47	-11.25	1.00		0.22
1	2.75	-189.4	0.00	0.00	-0.080	-2.47	-11.25	1.00		0.22
1	2.20	-189.4	0.00	0.00	-0.080	-2.47	-11.25	1.00		0.22
1	1.65	-189.4	0.00	0.00	-0.080	-2.47	-11.25	1.00		0.22
1	1.10	-189.4	0.00	0.00	-0.080	-2.47	-11.25	1.00		0.22
1	0.55	-189.4	0.00	0.00	-0.080	-2.47	-11.25	1.00		0.22
1	0.00	-189.4	0.00	0.00	-0.080	-2.47	-11.25	1.00		0.22

1 : σ_{c,lim} = 0,45 * f_{c,k} (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Gewählte Bewehrungsanordnung und Temperaturen nach 30 min

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm ²]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	f _{sy,θ} /f _{yk} [%]
Abschnitt 1	1	12	1.1	-8.1	-11.1	294	100
Bügel: 28Ø8 mm	2	12	1.1	8.1	-11.1	294	100
	3	12	1.1	8.1	11.1	294	100
	4	12	1.1	-8.1	11.1	294	100
	5	12	1.1	0.0	-11.1	175	100
	6	12	1.1	0.0	11.1	175	100
	7	12	1.1	-8.1	0.0	173	100
	8	12	1.1	8.1	0.0	173	100

9.0

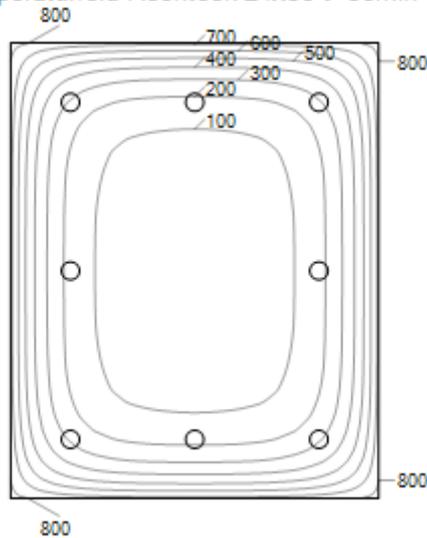
Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. c _{nom,L} [cm]	erf. c _{nom,B} [cm]	vorh. c _{nom,L} [cm]	vorh. c _{nom,B} [cm]
Abschnitt 1	2.8	2.0	3.3	2.5

Temperaturverteilung im Querschnitt

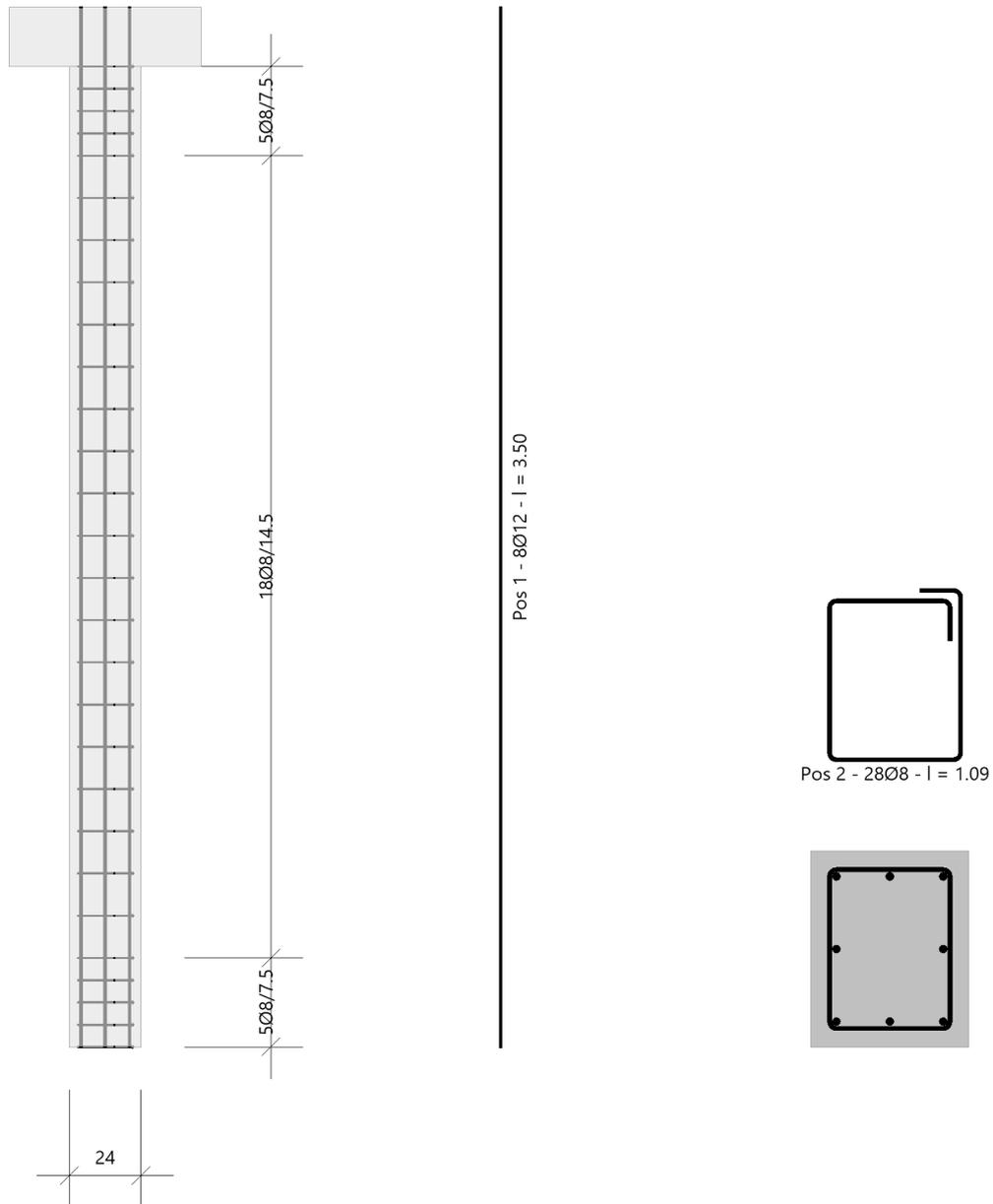
Wärmeübergangskoeffizient	$\alpha =$	25.0 W/(m ² K)
Wärmeübergangskoeffizient unbeflammt	$\alpha_c =$	5.0 W/(m ² K)
Emissivität	$\epsilon_m =$	0.70
Betonfeuchte	$u =$	3.0 %
Wärmeleitfähigkeit	$\lambda =$	obere Grenze
Rohdichte	$\rho =$	2400 kg/m ³
Elementgröße	$d_{\text{Elem}} =$	0.9 cm
Betonzuschlag		= quarzitisch
Betonstahl		= kaltgewalzt
Thermische Leitfähigkeit des Stahls		= vernachlässigt

Temperaturfeld Rechteck 24x30 t=30min



Bewehrungsbilder

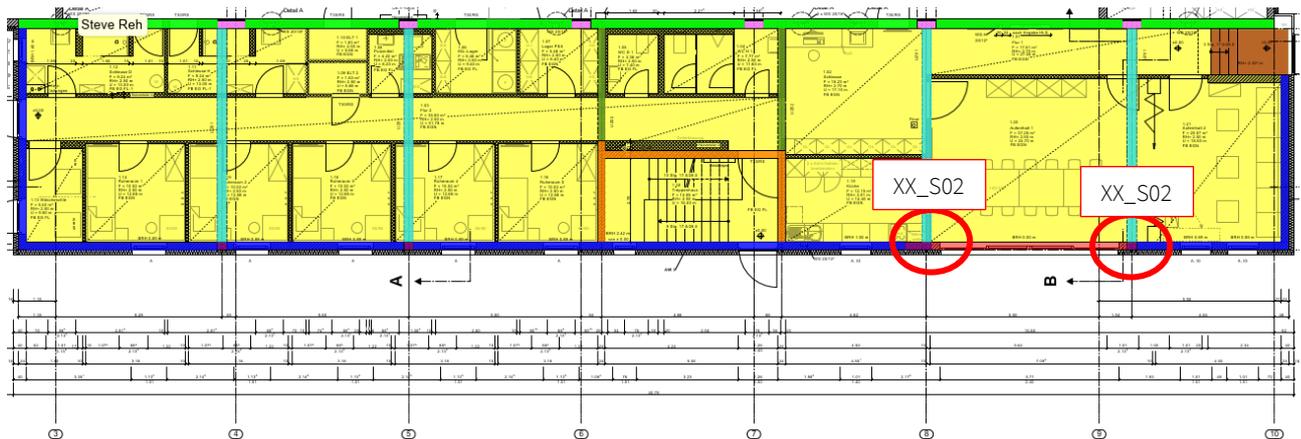
Maßstab 1:25



5.1.2 Pos. XX_ST02 Stützen 02 Außenwand Sozialbau

Es folgt die Bemessung der Stahlbetonstützen im Bereich der Außenwand Achsen C/8-9. Diese Stützen dienen der Auflagerung der Unterzüge der beiden Geschossdecken (EG_DE01 und OG_DE01) in Achse 8 und 9 sowie dem Unterzug der Fensteröffnung (EG_UZ03). Die Stützen im EG sind maßgebend.

Auszug Architekturplan



Geometrie/Material

Stahlbeton	C25/30 XC1, W0
Betonstahl	B500
Abmessungen	b/h = 24/55 cm
Geschosshöhe EG	3,30 m
Betondeckung	$c_{nom} = 2,5$ cm (umlaufend)
Bewehrung längs	12 Ø12
Bewehrung Bügel	Ø8 - 15 cm (Verdichtungsgebiete beachten)
Brandschutz	F30

Lastannahmen

Die Belastung aus den Unterzügen entspricht den Querkraftwerten im Auflagerbereich der Pos. EG_UZ01 und OG_UZ01 (RFEM Deckenbemessung Pos. EG_DE01 und OG_DE01).

Die Auflagerkräfte der Frilo-Bemessung der Unterzüge sind unter Umständen höher als die hier aufgeführten Lasten aus der Deckenbemessung, da in Frilo bereits ein Durchlaufaktor in der Lastermittlung berücksichtigt wurde.

Ständige Lasten:

Eigenlasten programmintern	Wichte Stahlbeton 25 kN/m ³		
OG_DE01		G _k =	56,0 kN
OG_DE01 Ausbau		G _k =	31,0 kN
EG_DE01		G _k =	50,5 kN
EG_DE01 Ausbau		G _k =	23,0 kN
EG_UZ03		G _k =	226,7 kN

Nutzlasten:

OG_DE01	LF: Nutzlasten Volllast	Q _k =	5,10 kN
EG_DE01	LF: Nutzlasten Volllast	Q _k =	38,4 kN
EG_UZ03	bei h = + 2,40 m	Q _k =	50,0 kN

Windlasten:

Windsog (Bereich B)	w _k = 0,39 kN/m ² x 1,0 m	w _k =	0,5 kN/m
---------------------	-------------------------------------------------	------------------	----------

Schneelasten:

OG_DE01		S _k =	7,0 kN
EG_UZ03		S _k =	7,3 kN

Bemessung

Alle GZT und GZG Nachweise gemäß nachfolgendem Frilo-Ausdruckprotokoll.

Pos. XX_ST02 Stützen Sozialtrakt an großer

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 02/23A (FRILO R-2023-2/P04)

Berechnungsgrundlagen

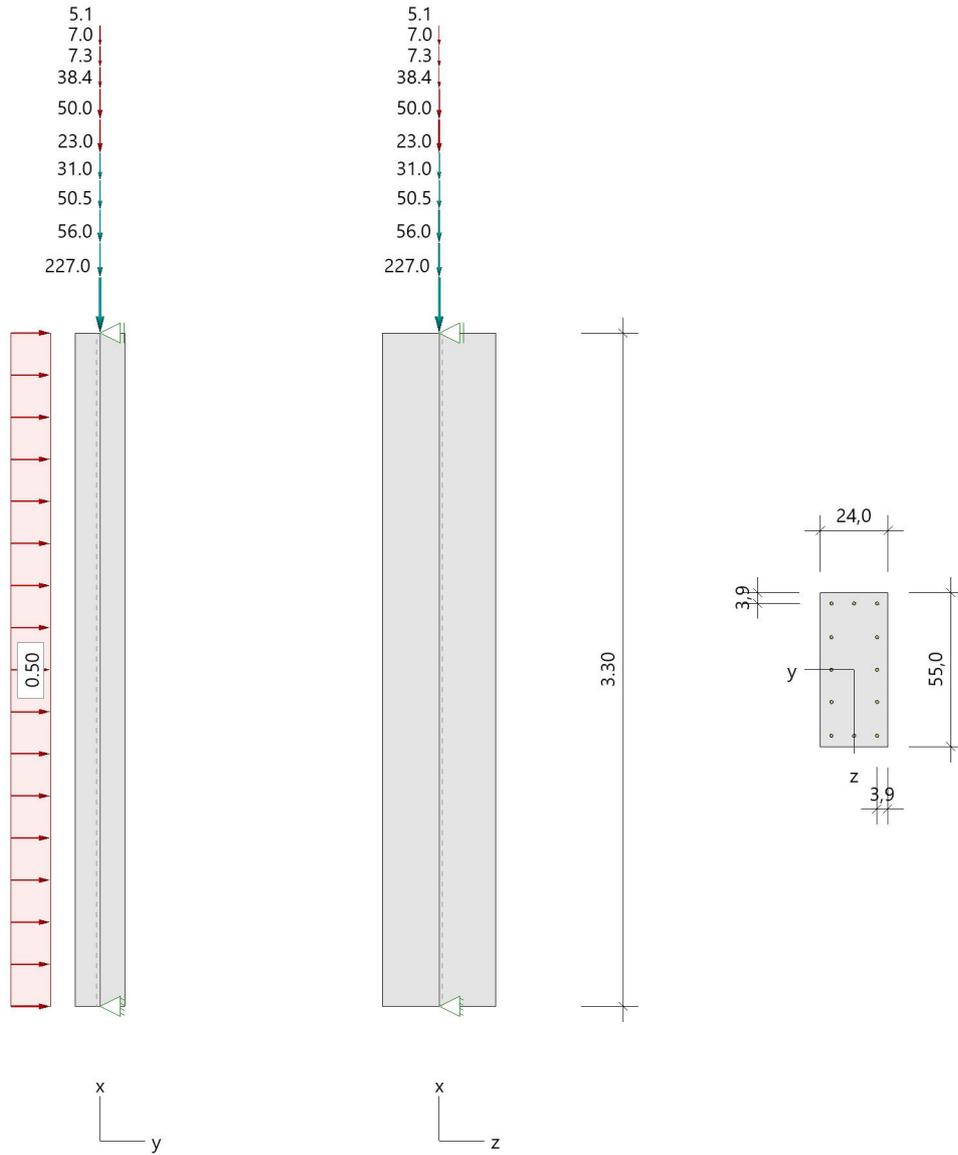
- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

Systemgrafik 2D

Maßstab 1:37.7



Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	X0
Bewehrungskorrosion	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 8 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 12 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$
Bügel	$c_{min,b} = 10 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 12 \text{ mm} \quad *5$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 28 \text{ mm} \quad *1$
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 20 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$

*1: mit $c_{min,b}$

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	
Endkriechzahl	$\phi(t_0, \infty) = 2.71$	

Materialauswahl

Beton C 25/30	$f_{ck} = 25.00 \text{ N/mm}^2$	$E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$
Betonstahl B500A	$f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$	$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$
	$k(f_t/f_y) = 1.05$	$\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$ (Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 $\alpha_{cc} = 0.85 \quad \alpha_{ct} = 0.85$			γ_s	Betonstahl B500A	
	γ_c	f_{cd} [N/mm ²]	f_{ctd} [N/mm ²]		f_{yd} [N/mm ²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm ²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützhöhe	$l =$	3.30 m
Querschnitt	$b_y/d_z =$	24.0/55.0 cm
	$b_1/d_1 =$	3.9/3.9 cm
	Bewehrungsanordnung (kalt)	umfangsverteilt
	Bewehrungsanordnung (Brand)	wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. B: Bürogebäude	0.70	0.50	0.30		1.500
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.500
Schnee H < 1000 m ständig	0.50	0.20	0.00	1.000	1.350

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf	56.0								ständig		
2	Stützenkopf	31.0								ständig		
3	Stützenkopf	50.5								ständig		
4	Stützenkopf	23.0								ständig		
5	Stützenkopf	5.1								Kat. B		
6	Stützenkopf	38.4								Kat. B		
7	Stützenkopf	7.0								Schnee		
9	Stützenkopf	227.0								ständig		
10	Stützenkopf	50.0								Kat. B		
11	Stützenkopf	7.3								Schnee		

Verteilte Lasten

Nr.	Bauteil	Richtung	Abstand [m]	p_{Anf} [kN/m]	Länge [m]	p_{End} [kN/m]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
8	Stütze	in y		0.50	3.30	0.50	Wind		

Punktlasten (Stützeigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf	10.9								ständig		

Bezeichnungen der Lasten

- Last 1: OG_DE01
- Last 2: OG_DE01 Ausbau
- Last 3: EG_DE01
- Last 4: EG_DE01 Ausbau
- Last 5: OG_DE01
- Last 6: EG_DE01
- Last 7: OG_DE01
- Last 9: EG_UZ03
- Last 10: EG_UZ03
- Last 11: EG_UZ03

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Lastniveau für Krieeffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegeline als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($f_{ct,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Optionen für den Brandschutznachweis

- Nachzuweisende Feuerwiderstandsklasse: R30
- Brandangriff = gesamter Stützenumfang
- Der Nachweis wird in der außergewöhnlichen Bemessungssituation unter Beachtung von EN 1991-1-2, 4.3.1, geführt.
- Die Schiefstellung ist auf $\theta \leq 1/500$ begrenzt.
- Steifigkeitsabminderung für Bewehrungsgrade $\rho < 2.0\%$: $E_{\text{eff,cal}} = E_{\text{eff}} \cdot (\rho/0.02)^{0.5}$
- Der Nachweis wird unter Berücksichtigung der thermischen Dehnungen geführt.

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min $N_{cr}/N = 25,85$ in y- / $135,76$ in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Teil 1 - Lastkombinationen 1 - 8

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4	LK 5	LK 6	LK 7	LK 8
Stützeigengewicht	1.35	1.00	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	1.00
OG_DE01	1.35	1.00	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	1.00
OG_DE01 Ausbau	1.35	1.00	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	1.00
EG_DE01	1.35	1.00	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	1.00
EG_DE01 Ausbau	1.35	1.00	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	1.00
OG_DE01	1.50		1.05	1.05			1.50	1.05
EG_DE01	1.50		1.05	1.05			1.50	1.05

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4	LK 5	LK 6	LK 7	LK 8
OG_DE01	0.75		0.75		0.75		0.75	0.75
py = 0,50 kN/m (Wind)		1.50	1.50	1.50	1.50	1.50		1.50
EG_UZ03	1.35	1.00	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	1.00
EG_UZ03	1.50		1.05	1.05			1.50	1.05
EG_UZ03	0.75		0.75		0.75		0.75	0.75

Teil 2 - Lastkombinationen 9 - 10

Last	LK 9	LK 10
Stützeineigengewicht	1.00	1.35
OG_DE01	1.00	1.35
OG_DE01 Ausbau	1.00	1.35
EG_DE01	1.00	1.35
EG_DE01 Ausbau	1.00	1.35
OG_DE01		
EG_DE01		
OG_DE01		
py = 0,50 kN/m (Wind)		
EG_UZ03	1.00	1.35
EG_UZ03		
EG_UZ03		

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	sk,y [m]	sk,z [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	ei,y [cm]	ei,z [cm]	Φ_∞	fred
1	1	Stütze	3.30	3.30	47.6	20.8	26.4	26.4	0.8	0.8	2.710	0.784

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssit

LK	Höhe [m]	Nd [kN]	My,d [kNm]	Mz,d [kNm]	ρ [%]	As,erf [cm ²]	As,vorh [cm ²]	Versagensart
1	3.30	-688.8	0.00	0.00	1.03	13.6	13.6	Querschnitt
	2.75	-688.8	2.83	-3.01	1.03	13.6	13.6	
	2.20	-688.8	4.94	-5.24	1.03	13.6	13.6	
	1.65	-688.8	5.76	-6.11	1.03	13.6	13.6	
	1.10	-688.8	4.94	-5.24	1.03	13.6	13.6	
	0.55	-688.8	2.83	-3.01	1.03	13.6	13.6	
	0.00	-688.8	0.00	0.00	1.03	13.6	13.6	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,y}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	3.30		1.2	0.00	0.0	0.00	3
			1.2	0.00	0.0	0.00	4
			1.2	0.00	0.0	0.00	2
Fußpunkt	0.00	398.4	1.2	0.00	0.0	0.00	2
		688.8	0.0	0.00	0.0	0.00	1
		507.3	1.2	0.00	0.0	0.00	8
		507.3	1.2	0.00	0.0	0.00	8

Untersuchte Lastkombinationen (Bemessungssituation Brand)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4
Stützeigengewicht	1.00	1.00	1.00	1.00
OG_DE01	1.00	1.00	1.00	1.00
OG_DE01 Ausbau	1.00	1.00	1.00	1.00
EG_DE01	1.00	1.00	1.00	1.00
EG_DE01 Ausbau	1.00	1.00	1.00	1.00
OG_DE01	0.30		0.30	
EG_DE01	0.30		0.30	
OG_DE01				
py = 0,50 kN/m (Wind)	0.20	0.20		
EG_UZ03	1.00	1.00	1.00	1.00
EG_UZ03	0.30		0.30	
EG_UZ03				

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}^*$ [cm]	$e_{i,z}^*$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	3.30	3.30	47.6	20.8	0.0	0.0	0.3	0.3	0.000	0.717

* Benutzervorgabe für anzusetzende Schiefstellung: 1/500

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	Versagensart
1	3.30	-426.4	0.00	0.00	1.03	13.6	13.6	Querschnitt
	2.75	-426.4	0.72	-0.98	1.03	13.6	13.6	
	2.20	-426.4	1.26	-1.70	1.03	13.6	13.6	
	1.65	-426.4	1.47	-1.97	1.03	13.6	13.6	
	1.10	-426.4	1.26	-1.70	1.03	13.6	13.6	

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	ρ [%]	A _{s,erf} [cm ²]	A _{s,vorh} [cm ²]	Versagensart
	0.55	-426.4	0.72	-0.98	1.03	13.6	13.6	
	0.00	-426.4	0.00	0.00	1.03	13.6	13.6	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (Brand)

Lager	Höhe [m]	A _{d,v} [kN]	H _{d,y} [kN]	M _{d,z} [kNm]	H _{d,z} [kN]	M _{d,y} [kNm]	LK
Abschnitt 1	3.30		0.2	0.00	0.0	0.00	2
			0.2	0.00	0.0	0.00	2
			0.2	0.00	0.0	0.00	1
Fußpunkt	0.00	398.4	0.0	0.00	0.0	0.00	4
			0.2	0.00	0.0	0.00	1
			0.2	0.00	0.0	0.00	2
			0.2	0.00	0.0	0.00	1

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen A _s [cm ²]
1	13.6

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4	LK 5	LK 6
Stützeigengewicht	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
OG_DE01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
OG_DE01 Ausbau	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
EG_DE01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
EG_DE01 Ausbau	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
OG_DE01	1.00		0.70	0.70		
EG_DE01	1.00		0.70	0.70		
OG_DE01	0.50		0.50		0.50	
py = 0,50 kN/m (Wind)		1.00	1.00	1.00	1.00	
EG_UZ03	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
EG_UZ03	1.00		0.70	0.70		
EG_UZ03	0.50		0.50		0.50	

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = \infty$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
2	3.30	-499.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
3	2.75	-499.0	0.00	-0.39	0.0	0.0			
3	2.20	-499.0	0.00	-0.62	0.0	0.0			
3	1.65	-499.0	0.00	-0.70	0.0	0.0			
3	1.10	-499.0	0.00	-0.62	0.0	0.0			
3	0.55	-499.0	0.00	-0.39	0.0	0.0			
2	0.00	-499.0	0.00	0.00	0.0	0.0			

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = 0$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
2	3.30	-499.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
3	2.75	-499.0	0.00	-0.39	0.0	0.0			
3	2.20	-499.0	0.00	-0.62	0.0	0.0			
3	1.65	-499.0	0.00	-0.70	0.0	0.0			
3	1.10	-499.0	0.00	-0.62	0.0	0.0			
3	0.55	-499.0	0.00	-0.39	0.0	0.0			
2	0.00	-499.0	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = \infty$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ϵ_s [‰]	σ_s [N/mm ²]	$\sigma_{s,lim}^1$ [N/mm ²]	η
1	3.30	-499.0	0.00	0.00	0.00	-0.114	-22.88	400.00	0.00
1	2.75	-499.0	0.00	0.00	0.00	-0.114	-22.88	400.00	0.00
1	2.20	-499.0	0.00	0.00	0.00	-0.114	-22.88	400.00	0.00
1	1.65	-499.0	0.00	0.00	0.00	-0.114	-22.88	400.00	0.00
1	1.10	-499.0	0.00	0.00	0.00	-0.114	-22.88	400.00	0.00
1	0.55	-499.0	0.00	0.00	0.00	-0.114	-22.88	400.00	0.00
1	0.00	-499.0	0.00	0.00	0.00	-0.114	-22.88	400.00	0.00

¹ : $\sigma_{s,lim} = 0,80 \cdot f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = 0$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ϵ_s [‰]	σ_s [N/mm ²]	$\sigma_{s,lim}^1$ [N/mm ²]	η
1	3.30	-499.0	0.00	0.00	0.00	-0.114	-22.88	400.00	0.00
1	2.75	-499.0	0.00	0.00	0.00	-0.114	-22.88	400.00	0.00
1	2.20	-499.0	0.00	0.00	0.00	-0.114	-22.88	400.00	0.00
1	1.65	-499.0	0.00	0.00	0.00	-0.114	-22.88	400.00	0.00
1	1.10	-499.0	0.00	0.00	0.00	-0.114	-22.88	400.00	0.00

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	ϕ _{eff}	ε _s [‰]	σ _s [N/mm ²]	σ _{s,lim} ¹ [N/mm ²]	η
1	0.55	-499.0	0.00	0.00	0.00	-0.114	-22.88	400.00	0.00
1	0.00	-499.0	0.00	0.00	0.00	-0.114	-22.88	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0,80 \cdot f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeigengewicht	1.00	1.00
OG_DE01	1.00	1.00
OG_DE01 Ausbau	1.00	1.00
EG_DE01	1.00	1.00
EG_DE01 Ausbau	1.00	1.00
OG_DE01	0.30	
EG_DE01	0.30	
OG_DE01		
py = 0,50 kN/m (Wind)		
EG_UZ03	1.00	1.00
EG_UZ03	0.30	
EG_UZ03		

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	ε _c [‰]	σ _c [N/mm ²]	σ _{c,lim} ¹ [N/mm ²]	vorh f _{ϕ,nl}	erf f _{ϕ,nl}	η
1	3.30	-426.4	0.00	0.00	-0.098	-3.04	-11.25	1.00		0.27
1	2.75	-426.4	0.00	0.00	-0.098	-3.04	-11.25	1.00		0.27
1	2.20	-426.4	0.00	0.00	-0.098	-3.04	-11.25	1.00		0.27
1	1.65	-426.4	0.00	0.00	-0.098	-3.04	-11.25	1.00		0.27
1	1.10	-426.4	0.00	0.00	-0.098	-3.04	-11.25	1.00		0.27
1	0.55	-426.4	0.00	0.00	-0.098	-3.04	-11.25	1.00		0.27
1	0.00	-426.4	0.00	0.00	-0.098	-3.04	-11.25	1.00		0.27

1 : $\sigma_{c,lim} = 0,45 \cdot f_{c,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Gewählte Bewehrungsanordnung und Temperaturen nach 30 min

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm ²]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	f _{sy,θ} /f _{yk} [%]
Abschnitt 1	1	12	1.1	-8.1	-23.6	294	100
Bügel: 45Ø8 mm	2	12	1.1	8.1	-23.6	294	100
	3	12	1.1	8.1	23.6	294	100
	4	12	1.1	-8.1	23.6	294	100
	5	12	1.1	0.0	-23.6	175	100
	6	12	1.1	0.0	23.6	175	100

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm ²]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	f _{sy,θ} /f _{yk} [%]
	7	12	1.1	-8.1	-11.6	173	100
	8	12	1.1	8.1	-11.6	173	100
	9	12	1.1	-8.1	0.0	173	100
	10	12	1.1	8.1	0.0	173	100
	11	12	1.1	-8.1	11.6	173	100
	12	12	1.1	8.1	11.6	173	100
13.6							

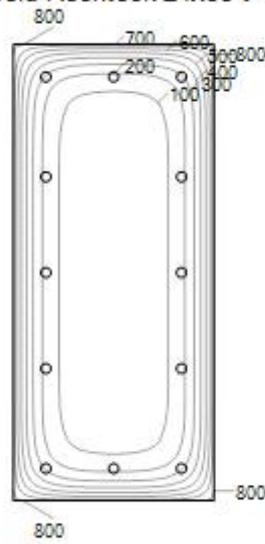
Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. c _{nom,L} [cm]	erf. c _{nom,B} [cm]	vorh. c _{nom,L} [cm]	vorh. c _{nom,B} [cm]
Abschnitt 1	2.8	2.0	3.3	2.5

Temperaturverteilung im Querschnitt

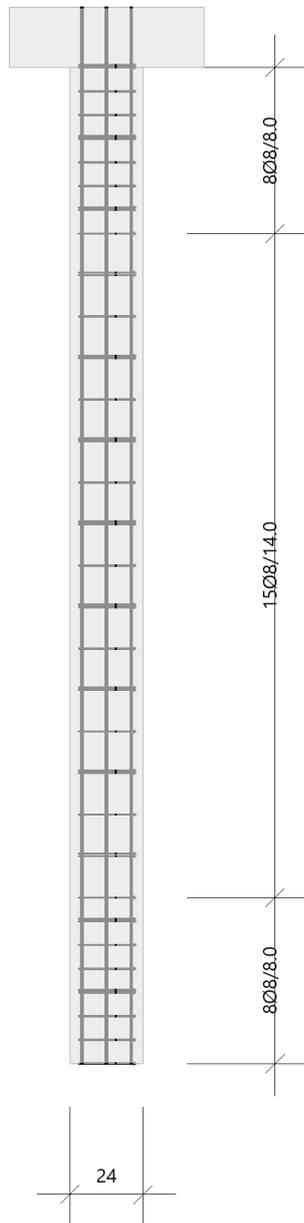
Wärmeübergangskoeffizient	α =	25.0 W/(m ² K)
Wärmeübergangskoeffizient unbeflammt	α _c =	5.0 W/(m ² K)
Emissivität	ε _m =	0.70
Betonfeuchte	u =	3.0 %
Wärmeleitfähigkeit	λ =	obere Grenze
Rohdichte	ρ =	2400 kg/m ³
Elementgröße	d _{Elem} =	0.9 cm
Betonzuschlag	=	quarzitisch
Betonstahl	=	kaltgewalzt
Thermische Leitfähigkeit des Stahls	=	vernachlässigt

Temperaturfeld Rechteck 24x55 t=30min



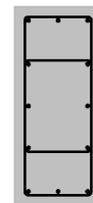
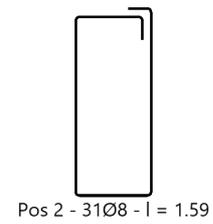
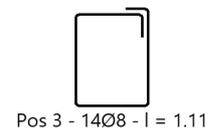
Bewehrungsbilder

Maßstab 1:25



Pos 1 - 12Ø12 - l = 3.50

Hilfsbügel im Abstand a < 28.8 cm!



5.1.3 Pos. XX_ST03 Stützen Gebäudetrennwand

Es folgt die Bemessung der Stahlbetonstützen in der Trennwand zwischen Sozialtrakt und Fahrzeughalle im Bereich der Achsen B/4-10. Diese Stützen dienen der Auflagerung der Unterzüge der beiden Geschossdecken (EG_DE01 und OG_DE01) und des Dachbinders Pos. EG_DA02. Da wir uns in der Fahrzeughalle befinden wird die Stütze im Fußbereich mit einer Beschichtung versehen, somit wird keine XD-Expositionsklasse berücksichtigt. Es wird zusätzlich ein Anprall aus den Krankentransport- und Rettungswägen untersucht.

Auszug Architekturplan



Geometrie/Material

Stahlbeton	C25/30 XC3, W0
Betonstahl	B500
Abmessungen Stütze	b/h = 24/60 cm
Abmessungen Konsole	b = 60 cm, h = 27...30 cm
Geschosshöhe EG	3,3 m
Betondeckung	c _{nom} = 3,5 cm (umlaufend)
Bewehrung längs	Längsbewehrung 4 Ø 16 + 8 Ø 12 Bügelbewehrung Ø8/15 cm (Verdichtungsgebiete beachten) Konsolbewehrung siehe Pos. XX_S03-01
Elastomerlager	Compactlager S65 der Fa. Calenberg o.glw. t = 10 mm (b/d=15/30cm)
Brandschutz	F30
Bemerkungen	Es ist 1 Ø20 + 1x Hüllwellrohr Ø50mm als Kippsicherung für den Dachbinder zu beachten (siehe Pos. EG_DA02). Da die Stütze in Ortbeton hergestellt werden wird, muss auf Höhe der Oberkante der Konsole eine Betonierfuge angeordnet werden.

Lastannahmen

Für die Vertikallasten aus den Unterzügen (Pos. EG_UZ01 und OG_UZ01) der Deckenpositionen Pos. EG_DE01 und OG_DE01 wurden die Querkraftwerte am Anfang bzw. Ende der Unterzüge aus der RFEM-Bemessung entnommen.

Ständige Lasten:

Eigenlasten programmintern	Wichte Stahlbeton 25 kN/m ³		
OG_DE01		$G_k = 57,0$	kN
OG_DE01 Ausbau		$G_k = 29,1$	kN
EG_DE01		$G_k = 56,4$	kN
EG_DE01 Ausbau		$G_k = 26,4$	kN
EG_DA02		$G_k = 74,0$	kN
EG_DA02 (Versatzmoment Konsole)			

Nutzlasten:

OG_DE01		$Q_k = 7,00$	kN
EG_DE01	LF: Nutzlasten Volllast	$Q_k = 46,30$	kN
EG_DA02		$Q_k = 113,0$	kN

Windlasten:

Windinnendruck	$w_k = 0,39 \text{ kN/m}^2 \times 1,0 \text{ m}$	$w_k = 0,40$	kN/m
----------------	--------------------------------------------------	--------------	------

Schneelasten:

OG_DE01 (Querkraft UZ am Auflager)	$(3,1 + 3,8) \times 1,1$	$S_k = 8,00$	kN
------------------------------------	--------------------------	--------------	----

Anprall:

Anprall RTW bei $h = 1,0 \text{ m}$		$Q_{A,k} = 100,00$	kN
-------------------------------------	--	--------------------	----

Bemessung

Alle GZT und GZG Nachweise gemäß nachfolgendem Frilo-Ausdruckprotokoll.

Bemessung Elastomerauflager Dachbinder:

$$F_{z,d} = 74 \text{ kN} \times 1,35 + 113 \text{ kN} \times 1,5 = 270 \text{ kN}$$

$$\sigma_{E,d} = 270000 \text{ N} / (150 \text{ mm} \times 300 \text{ mm}) = 6 \text{ N/mm}^2$$

$\sigma_{R,d} = 14,0 \text{ N/mm}^2$

$< \sigma_{E,d} = 6 \text{ N/mm}^2$

LAGER			BEMESSUNGSWERT DER TRAGFÄHIGKEIT, $\sigma_{R,d}$ [N/mm ²]																		
[mm]	α [‰]	[mm]	LAGERLÄNGE [mm]																		
Dicke	zul. Drehwinkel	Breite	70	80	90	100	110	120	130	140	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500
			40,0	50	-	-	-	7,3	7,6	7,8	8,0	8,2	8,4	8,7	9,0	9,2	9,4	9,6	9,8	10,0	10,2
40,0	60	-	-	-	8,4	8,7	9,0	9,3	9,5	9,8	10,2	10,6	11,0	11,2	11,5	11,7	12,0	12,3	12,5	12,6	
40,0	70	7,7	8,3	8,8	9,3	9,7	10,1	10,5	10,8	11,1	11,7	12,2	12,6	12,9	13,2	13,5					
40,0	80	8,3	9,0	9,6	10,2	10,7	11,1	11,5	11,9	12,3	13,0	13,6									
40,0	90	8,8	9,6	10,3	11,0	11,5	12,1	12,5	13,0	13,4											
40,0	100	9,3	10,2	11,0	11,7	12,3	12,9	13,4	13,9												
40,0	110	9,7	10,7	11,5	12,3	13,0	13,7														
37,5	120	10,1	11,1	12,1	12,9	13,7															
34,6	130	10,5	11,5	12,5	13,4																
32,1	140	10,8	11,9	13,0	13,9																
30,0	150	11,1	12,3	13,4																	
28,1	160	11,3	12,6	13,7																	
25,7	175	11,7	13,0																		
22,5	200	12,2	13,6																		
18,0	250	12,9																			
15,0	300	13,5																			
12,9	350	13,9																			
11,3	400																				
10,0	450																				
9,0	500																				
8,2	550																				
7,5	600																				

10

14,0

Bemessung Stahlbetonkonsole

Bemessungslast $1,35 * 74 \text{ kN} + 1,5 * 113 \text{ kN} = 270 \text{ kN}$

Bewehrung gemäß nachfolgendem Frilo-Ausdruck

Pos. XX_ST03 Stützen Trennwand

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 02/23A (FRILO R-2023-2/P04)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

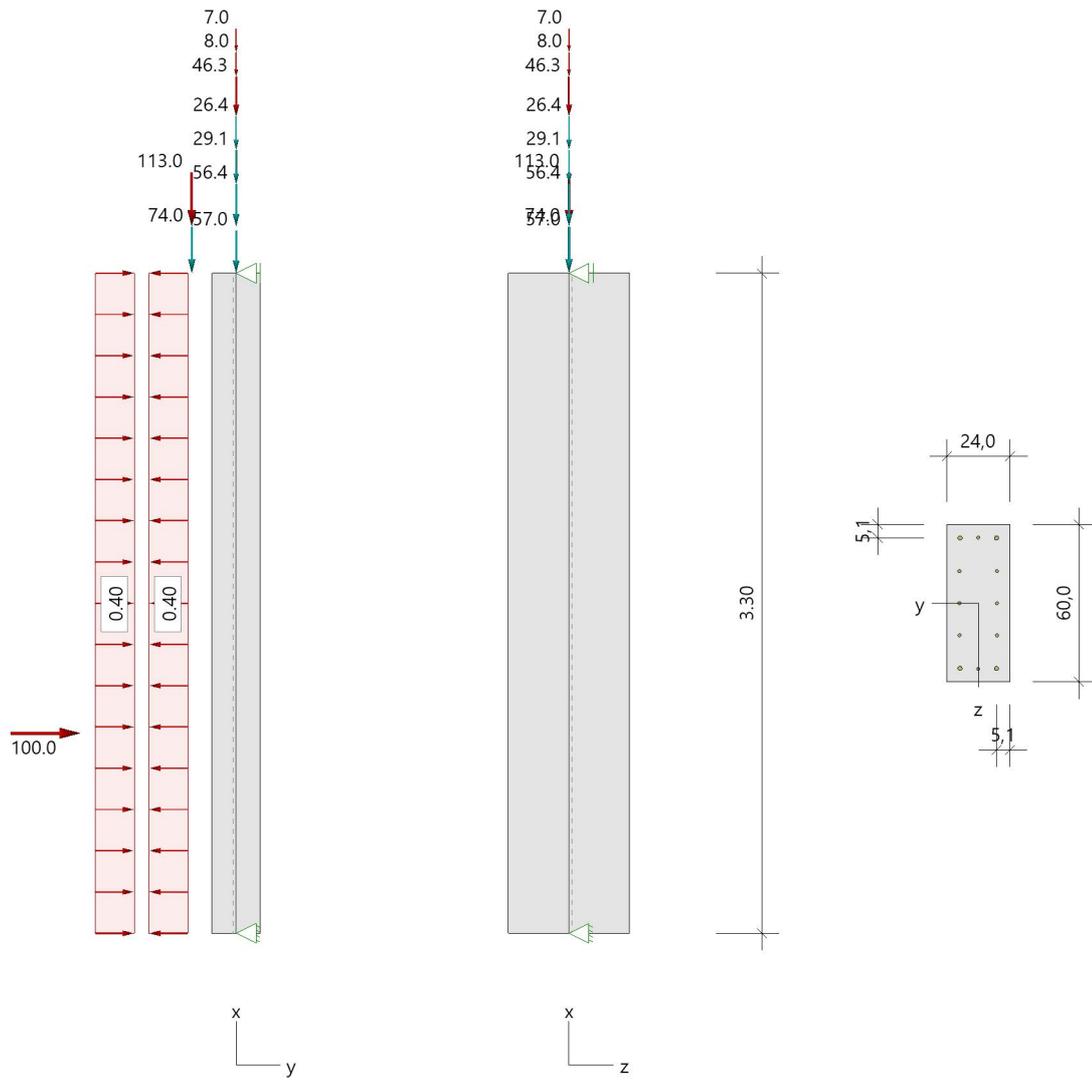
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1:37.7



Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	X0
Bewehrungskorrosion	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 8 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 16 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$
Bügel	$c_{min,b} = 10 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 16 \text{ mm} \quad *5$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 28 \text{ mm} \quad *1$
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 20 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$

*1: mit $c_{min,b}$

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	
Endkriechzahl	$\phi(t_0, \infty) = 2.70$	

Materialauswahl

Beton C 25/30	$f_{ck} = 25.00 \text{ N/mm}^2$	$E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$
Betonstahl B500A	$f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$	$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$
	$k(f_t/f_y) = 1.05$	$\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$ (Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 $\alpha_{cc} = 0.85 \quad \alpha_{ct} = 0.85$			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm ²]	f_{ctd} [N/mm ²]	γ_s	f_{yd} [N/mm ²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm ²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52
außergewöhnlich	1.30	16.35	1.17	1.00	500.00	525.00

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützhöhe	$l =$	3.30 m
Querschnitt	$b_y/d_z =$	24.0/60.0 cm
	$b_1/d_1 =$	5.1/5.1 cm
	Bewehrungsanordnung (kalt)	umfangsverteilt
	Bewehrungsanordnung (Brand)	wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. B: Bürogebäude	0.70	0.50	0.30		1.500
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.500
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.500
außergewöhnliche Einwirkungen					1.000
ständig				1.000	1.350

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		57.0							ständig		
2	Stützenkopf		29.1							ständig		
3	Stützenkopf		56.4							ständig		
4	Stützenkopf		26.4							ständig		
5	Stützenkopf		7.0							Kat. B		
6	Stützenkopf		46.3							Kat. B		
7	Stützenkopf		8.0							Schnee		
10	Stützenkopf		74.0	-22.0						ständig		
11	Stützenkopf		113.0	-22.0						Kat. B		
12	Stütze	1.00				100.0				außergewöhnlich		

Verteilte Lasten

Nr.	Bauteil	Richtung	Abstand [m]	p_{Anf} [kN/m]	Länge [m]	p_{End} [kN/m]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
8	Stütze	in y		0.40	3.30	0.40	Wind		AltGrp 1
9	Stütze	in y		-0.40	3.30	-0.40	Wind		AltGrp 1

Punktlasten (Stützeigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		11.9							ständig		

Bezeichnungen der Lasten

- Last 1: OG_DE01
- Last 2: OG_DE01 Ausbau
- Last 3: EG_DE01
- Last 4: EG_DE01 Ausbau
- Last 5: OG_DE01
- Last 6: EG_DE01
- Last 7: OG_DE01
- Last 8: Windinnendruck
- Last 9: Windinnendruck
- Last 10: EG_DA02
- Last 11: EG_DA02
- Last 12: Anprall

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegeline als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($f_{ct,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Optionen für den Brandschutznachweis

- Nachzuweisende Feuerwiderstandsklasse: R30
- Brandangriff = gesamter Stützenumfang
- Der Nachweis wird in der außergewöhnlichen Bemessungssituation unter Beachtung von EN 1991-1-2, 4.3.1, geführt.
- Die Schiefstellung ist auf $\theta \leq 1/500$ begrenzt.
- Steifigkeitsabminderung für Bewehrungsgrade $\rho < 2.0\%$: $E_{\text{eff,cal}} = E_{\text{eff}} * (\rho/0.02)^{0.5}$
- Der Nachweis wird unter Berücksichtigung der thermischen Dehnungen geführt.

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min $N_{cr}/N = 32,40$ in y- / $202,51$ in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Teil 1 - Lastkombinationen 1 - 8

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4	LK 5	LK 6	LK 7	LK 8
Stützeigengewicht	1.35	1.00	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00
OG_DE01	1.35	1.00	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00
OG_DE01 Ausbau	1.35	1.00	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00
EG_DE01	1.35	1.00	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00
EG_DE01 Ausbau	1.35	1.00	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00
OG_DE01	1.50		1.50	1.50	1.50			
EG_DE01	1.50		1.50	1.50	1.50			
OG_DE01	0.75					0.75		
Windinnendruck				0.90				
Windinnendruck		0.90	0.90				0.90	1.50
EG_DA02	1.35	1.00	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00
EG_DA02	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	
Anprall								

Teil 2 - Lastkombinationen 9 - 10

Last	LK 9	LK 10
Stützeigengewicht	1.35	1.00
OG_DE01	1.35	1.00
OG_DE01 Ausbau	1.35	1.00
EG_DE01	1.35	1.00
EG_DE01 Ausbau	1.35	1.00
OG_DE01		
EG_DE01		
OG_DE01		
Windinnendruck		
Windinnendruck		
EG_DA02	1.35	1.00
EG_DA02		
Anprall		

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	3.30	3.30	47.6	19.1	29.5	29.5	0.8	-0.8	2.699	0.888

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	Versagensart
1	3.30	-599.4	0.00	-59.27	1.19	17.1	17.1	Querschnitt
	2.73	-599.4	-2.57	-54.77	1.19	17.1	17.1	
	2.15	-599.4	-4.42	-47.64	1.19	17.1	17.1	
	1.58	-599.4	-5.03	-37.81	1.19	17.1	17.1	
	1.00	-599.4	-4.07	-25.36	1.19	17.1	17.1	
	1.00	-599.4	-4.07	-25.36	1.19	17.1	17.1	
	0.50	-599.4	-2.28	-13.05	1.19	17.1	17.1	
	0.00	-599.4	0.00	0.00	1.19	17.1	17.1	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,y}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK	
Abschnitt 1	3.30		-17.9	0.00	0.0	0.00	5	
			-6.7	0.00	0.0	0.00	9	
			-18.5	0.00	0.0	0.00	3	
			-4.9	0.00	0.0	0.00	10	
Fußpunkt	0.00		254.8	4.0	0.00	0.00	8	
			599.4	18.0	0.00	0.00	1	
			254.8	3.9	0.00	0.0	0.00	8
			593.4	18.6	0.00	0.0	0.00	4
			344.0	6.7	0.00	0.0	0.00	9
			599.4	18.0	0.00	0.0	0.00	1

Tragfähigkeit - außergewöhnlich - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (außergewöhnliche Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2 ¹	LK 3	LK 4 ¹	LK 5 ¹
Stützeigengewicht	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
OG_DE01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
OG_DE01 Ausbau	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
EG_DE01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
EG_DE01 Ausbau	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
OG_DE01	0.50				
EG_DE01	0.50				
OG_DE01					
Windinnendruck		0.20			
Windinnendruck				0.20	
EG_DA02	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Last	LK 1	LK 2 ¹	LK 3	LK 4 ¹	LK 5 ¹
EG_DA02	0.50		0.50		
Anprall	1.00	1.00	1.00	1.00	

¹ : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda \leq \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	3.30	3.30	47.6	19.1	42.2	42.2	0.8	-0.8	2.699	0.822

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (außergewöhnliche Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	Versagensart
1	3.30	-337.9	0.00	-28.71	1.19	17.1	17.1	Querschnitt
	2.73	-337.9	-1.44	-46.26	1.19	17.1	17.1	
	2.15	-337.9	-2.48	-62.24	1.19	17.1	17.1	
	1.58	-338.0	-2.82	-75.90	1.19	17.1	17.1	
	1.00	-338.0	-2.29	-86.64	1.19	17.1	17.1	
	1.00	-337.8	-2.29	-86.64	1.19	17.1	17.1	
	0.50	-337.8	-1.28	-43.79	1.19	17.1	17.1	
	0.00	-337.8	0.00	0.00	1.19	17.1	17.1	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (außergewöhnlich)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	3.30		-5.0	0.00	0.0	0.00	5
			25.5	0.00	0.0	0.00	2
			21.6	0.00	0.0	0.00	3
			21.6	0.00	0.0	0.00	1
Fußpunkt	0.00		254.8	74.8	0.00	0.00	2
			337.9	78.4	0.00	0.00	1
			254.8	5.0	0.00	0.00	5
			311.3	78.5	0.00	0.00	3
			337.9	78.4	0.00	0.00	1

Tragfähigkeit - Brand (R30) - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (Bemessungssituation Brand)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4	LK 5	LK 6
Stützeigengewicht	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
OG_DE01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
OG_DE01 Ausbau	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
EG_DE01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
EG_DE01 Ausbau	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
OG_DE01	0.30		0.30	0.30		
EG_DE01	0.30		0.30	0.30		
OG_DE01						
Windinnendruck			0.20			
Windinnendruck	0.20	0.20			0.20	
EG_DA02	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
EG_DA02	0.30	0.30	0.30	0.30		
Anprall						

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}^*$ [cm]	$e_{i,z}^*$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
3	1	Stütze	3.30	3.30	47.6	19.1	0.0	0.0	0.3	-0.3	0.000	0.770

* Benutzervorgabe für anzusetzende Schiefstellung: 1/500

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	Versagensart
3	3.30	-304.7	0.00	-23.74	1.19	17.1	17.1	Querschnitt
	2.73	-304.7	-0.53	-22.35	1.19	17.1	17.1	
	2.15	-304.7	-0.90	-19.64	1.19	17.1	17.1	
	1.58	-304.7	-1.03	-15.66	1.19	17.1	17.1	
	1.00	-304.7	-0.83	-10.53	1.19	17.1	17.1	
	1.00	-304.7	-0.83	-10.53	1.19	17.1	17.1	
	0.50	-304.7	-0.47	-5.42	1.19	17.1	17.1	
	0.00	-304.7	0.00	0.00	1.19	17.1	17.1	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (Brand)

Lager	Höhe [m]	Ad,v [kN]	Hd,y [kN]	Md,z [kNm]	Hd,z [kN]	Md,y [kNm]	LK
Abschnitt 1	3.30		-5.1	0.00	0.0	0.00	5
			-7.3	0.00	0.0	0.00	2
			-7.3	0.00	0.0	0.00	2
			-4.9	0.00	0.0	0.00	6
Fußpunkt	0.00	254.8	4.8	0.00	0.0	0.00	5
		304.7	7.3	0.00	0.0	0.00	3
		304.7	7.1	0.00	0.0	0.00	1
		288.7	7.1	0.00	0.0	0.00	2

Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6) - Lagerkräfte

Auflagerreaktionen - charakteristische Werte (Th. I. O.) je Last

Lager	Höhe [m]	Av [kN]	Hy [kN]	Mz [kNm]	Hx [kN]	My Last [kNm]		Einwirkung
Abschnitt 1	3.30		0.7	0.00	0.0	0.00	Windinnendruck	Wind
			-0.7	0.00	0.0	0.00	Windinnendruck	Wind
			-4.9	0.00	0.0	0.00	EG_DA02	ständig
			-7.5	0.00	0.0	0.00	EG_DA02	Kat. B
			30.3	0.00	0.0	0.00	Anprall	außergewöhnlich
Fußpunkt	0.00	11.9	0.0	0.00	0.0	0.00	Stützeigengewicht	ständig
		57.0	0.0	0.00	0.0	0.00	OG_DE01	ständig
		29.1	0.0	0.00	0.0	0.00	OG_DE01 Ausbau	ständig
		56.4	0.0	0.00	0.0	0.00	EG_DE01	ständig
		26.4	0.0	0.00	0.0	0.00	EG_DE01 Ausbau	ständig
		7.0	0.0	0.00	0.0	0.00	OG_DE01	Kat. B
		46.3	0.0	0.00	0.0	0.00	EG_DE01	Kat. B
		8.0	0.0	0.00	0.0	0.00	OG_DE01	Schnee
		0.0	0.7	0.00	0.0	0.00	Windinnendruck	Wind
		0.0	-0.7	0.00	0.0	0.00	Windinnendruck	Wind
		74.0	4.9	0.00	0.0	0.00	EG_DA02	ständig
113.0	7.5	0.00	0.0	0.00	EG_DA02	Kat. B		
0.0	69.7	0.00	0.0	0.00	Anprall	außergewöhnlich		

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm ²]
1	17.1

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4	LK 5	LK 6	LK 7	LK 8
Stützeigengewicht	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
OG_DE01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
OG_DE01 Ausbau	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
EG_DE01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
EG_DE01 Ausbau	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
OG_DE01	1.00		1.00	1.00	1.00			
EG_DE01	1.00		1.00	1.00	1.00			
OG_DE01	0.50					0.50		
Windinnendruck				0.60				
Windinnendruck		0.60	0.60				1.00	
EG_DA02	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
EG_DA02	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
Anprall								

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = \infty$)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	f _y [cm]	f _z [cm]	f _{y,lim} [cm]	f _{z,lim} [cm]	η
2	3.30	-425.1	0.00	-41.14	0.0	0.0			
6	2.73	-425.1	0.00	-34.96	0.3	0.0			
6	2.15	-425.1	0.00	-27.95	0.4	0.0			
6	1.58	-425.1	0.00	-20.73	0.3	0.0			
6	1.00	-425.1	0.00	-13.39	0.2	0.0			
6	0.50	-425.1	0.00	-6.73	0.1	0.0			
4	0.00	-425.1	0.00	0.00	0.0	0.0			

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = 0$)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	f _y [cm]	f _z [cm]	f _{y,lim} [cm]	f _{z,lim} [cm]	η
2	3.30	-425.1	0.00	-41.14	0.0	0.0			
6	2.73	-425.1	0.00	-34.47	0.1	0.0			
6	2.15	-425.1	0.00	-27.45	0.2	0.0			
6	1.58	-425.1	0.00	-20.23	0.2	0.0			
6	1.00	-425.1	0.00	-12.90	0.1	0.0			
6	0.50	-425.1	0.00	-6.46	0.1	0.0			
4	0.00	-425.1	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = \infty$)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	Φ _{eff}	ε _s [‰]	σ _s [N/mm ²]	σ _{s,lim} ¹ [N/mm ²]	η
2	3.30	-367.8	0.00	-41.14	1.56	0.550	109.95	400.00	0.27
2	2.73	-367.8	0.00	-34.76	1.56	0.340	67.91	400.00	0.17
6	2.15	-371.8	0.00	-27.95	1.56	0.138	27.62	400.00	0.07
1	1.58	-425.1	0.00	-20.79	1.56	-0.046	-9.29	400.00	0.00
1	1.00	-425.1	0.00	-13.46	1.56	-0.107	-21.44	400.00	0.00
1	0.50	-425.1	0.00	-6.77	1.56	-0.156	-31.12	400.00	0.00
1	0.00	-425.1	0.00	0.00	1.56	-0.203	-40.66	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0,80 \cdot f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = 0$)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	Φ _{eff}	ε _s [‰]	σ _s [N/mm ²]	σ _{s,lim} ¹ [N/mm ²]	η
2	3.30	-367.8	0.00	-41.14	0.00	0.403	80.67	400.00	0.20
2	2.73	-367.8	0.00	-34.27	0.00	0.215	42.99	400.00	0.11
6	2.15	-371.8	0.00	-27.45	0.00	0.071	14.25	400.00	0.04
1	1.58	-425.1	0.00	-20.24	0.00	-0.024	-4.90	400.00	0.00
1	1.00	-425.1	0.00	-12.91	0.00	-0.049	-9.84	400.00	0.00
1	0.50	-425.1	0.00	-6.47	0.00	-0.069	-13.84	400.00	0.00
1	0.00	-425.1	0.00	0.00	0.00	-0.088	-17.70	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0,80 \cdot f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3
Stützeigengewicht	1.00	1.00	1.00
OG_DE01	1.00	1.00	1.00
OG_DE01 Ausbau	1.00	1.00	1.00
EG_DE01	1.00	1.00	1.00
EG_DE01 Ausbau	1.00	1.00	1.00
OG_DE01	0.30		
EG_DE01	0.30		
OG_DE01			
Windinnendruck			
Windinnendruck			
EG_DA02	1.00	1.00	1.00
EG_DA02	0.30	0.30	
Anprall			

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	ε _c [‰]	σ _c [N/mm ²]	σ _{c,lim} ¹ [N/mm ²]	vorh f _{φ,nl}	erf f _{φ,nl}	η
2	3.30	-288.7	0.00	-23.74	-0.228	-7.08	-11.25	1.00		0.63
2	2.73	-288.7	0.00	-19.76	-0.183	-5.67	-11.25	1.00		0.50
1	2.15	-304.7	0.00	-15.70	-0.149	-4.62	-11.25	1.00		0.41
1	1.58	-304.7	0.00	-11.55	-0.124	-3.85	-11.25	1.00		0.34
1	1.00	-304.7	0.00	-7.36	-0.102	-3.17	-11.25	1.00		0.28
1	0.50	-304.7	0.00	-3.69	-0.083	-2.57	-11.25	1.00		0.23
1	0.00	-304.7	0.00	0.00	-0.064	-1.98	-11.25	1.00		0.18

1 : σ_{c,lim} = 0,45 * f_{c,k} (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung und Temperaturen nach 30 min

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm ²]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	f _{sy,θ} /f _{yk} [%]
Abschnitt 1 Bügel: 44Ø8 mm	1	16	2.0	-6.9	-24.9	188	100
	2	16	2.0	6.9	-24.9	188	100
	3	16	2.0	6.9	24.9	188	100
	4	16	2.0	-6.9	24.9	188	100
	5	12	1.1	0.0	-25.1	124	100
	6	12	1.1	0.0	25.1	124	100
	7	12	1.1	-7.1	-12.3	122	100
	8	12	1.1	7.1	-12.3	122	100
	9	12	1.1	-7.1	0.0	122	100
	10	12	1.1	7.1	0.0	122	100
	11	12	1.1	-7.1	12.3	122	100
	12	12	1.1	7.1	12.3	122	100

17.1

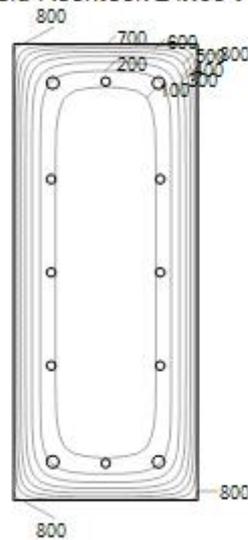
Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. c _{nom,L} [cm]	erf. c _{nom,B} [cm]	vorh. c _{nom,L} [cm]	vorh. c _{nom,B} [cm]
Abschnitt 1	2.8	2.0	4.3	3.5

Temperaturverteilung im Querschnitt

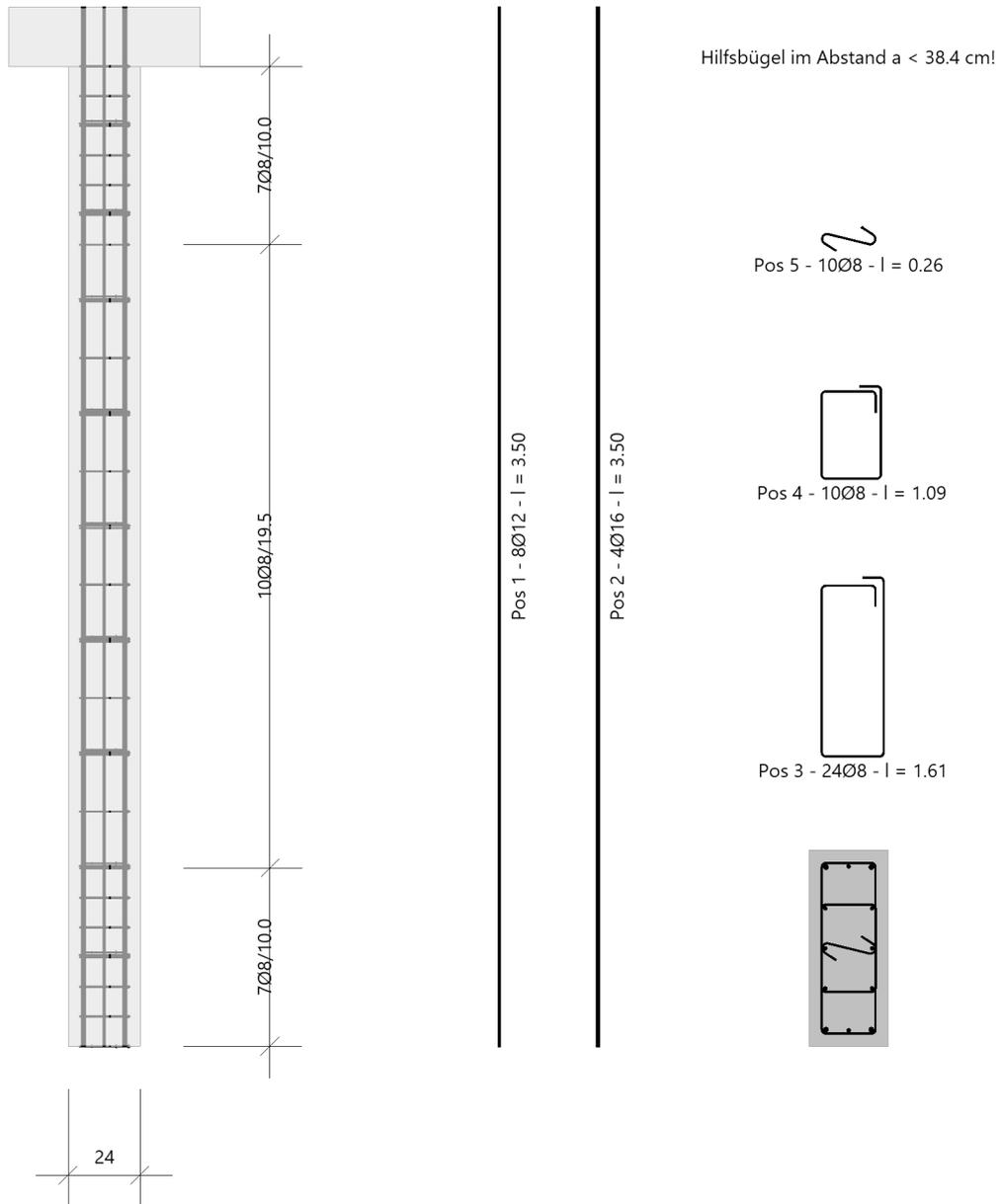
Wärmeübergangskoeffizient	$\alpha =$	25.0 W/(m ² K)
Wärmeübergangskoeffizient unbeflammt	$\alpha_c =$	5.0 W/(m ² K)
Emissivität	$\epsilon_m =$	0.70
Betonfeuchte	$u =$	3.0 %
Wärmeleitfähigkeit	$\lambda =$	obere Grenze
Rohdichte	$\rho =$	2400 kg/m ³
Elementgröße	$d_{\text{Elem}} =$	0.9 cm
Betonzuschlag	=	quarzitisch
Betonstahl	=	kaltgewalzt
Thermische Leitfähigkeit des Stahls	=	vernachlässigt

Temperaturfeld Rechteck 24x60 t=30min



Bewehrungsbilder

Maßstab 1:25.1

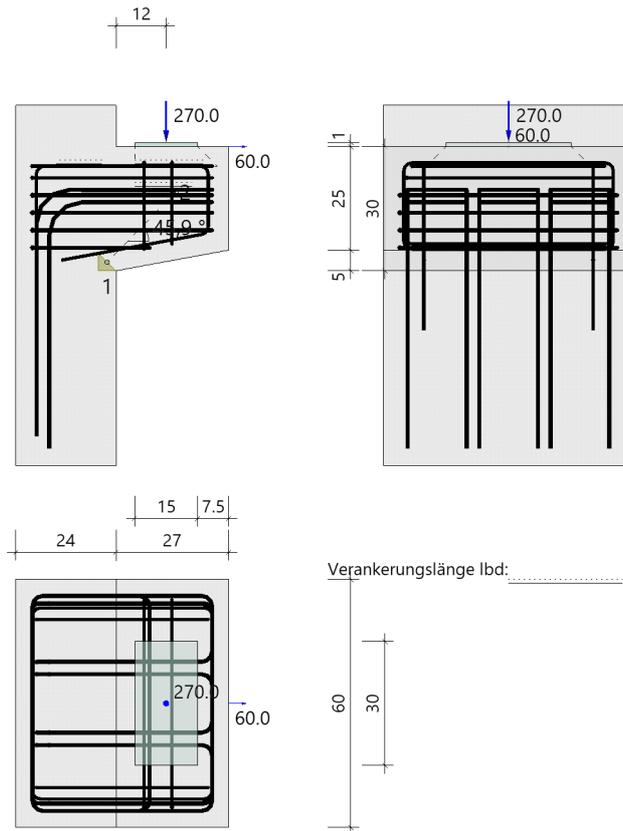


5.1.4 Pos. XX_ST03-01: Konsole Trennwandstütze

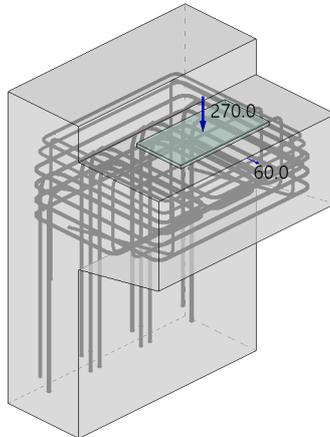
Stahlbetonkonsole (x64) B9+ 02/23 (FRILO R-2023-2/P04)

System

Systemgrafik



3D Systemgrafik



Geometrie

Stützenbreite	$b_{st} = 60.0 \text{ cm}$	Stützendicke	$d_{st} = 24.0 \text{ cm}$
Abstand Längsbewehrung rechts	$d_r = 0.0 \text{ cm}$		
Konsolenbreite	$b_k = 60.0 \text{ cm}$	Konsolenlänge	$l_k = 27.0 \text{ cm}$
Konsolenhöhe	$h_k = 30.0 \text{ cm}$	Randhöhe	$h_{kr} = 25.0 \text{ cm}$
Lastplattenbreite	$b_p = 30.0 \text{ cm}$	Lastplattenlänge	$l_p = 15.0 \text{ cm}$
Abstand vom Rand rechts	$e_p = 7.5 \text{ cm}$	Lastplattendicke	$d_p = 1.0 \text{ cm}$
Betondeckung an allen Seiten	$c = 3.5 \text{ cm}$		

Lasten

Belastung (vorwiegend ruhend)

vertikal	$F_{Ed} = 270.0 \text{ kN}$	Abstand von rechter Stützenkante	$a = 12.0 \text{ cm}$
horizontal	$H_{Ed} = 60.0 \text{ kN}$	Abstand von Konsolenoberkante	$h_s = 0.0 \text{ cm}$

Das Eigengewicht der Konsole wurde berücksichtigt ($G_{Ed} = 1.5 \text{ kN}$).

Ergebnisse

Bemessung

Bemessung nach Stabwerksmodell, DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

Baustoffe	Beton: C25/30	Stahl: B500A
Ortbeton	$\gamma_c = 1.50$	$\gamma_s = 1.15$
	$f_{ck} = 25.0 \text{ N/mm}^2$	$f_{yk} = 500.0 \text{ N/mm}^2$
	$f_{cd} = 14.2 \text{ N/mm}^2$	$f_{yd} = 434.8 \text{ N/mm}^2$
Nutzhöhe	$d = 19.1 \text{ cm}$	$d_1 = 10.9 \text{ cm}$
Strebenkräfte	$F_c = -378.3 \text{ kN}$	$F_s = 361.7 \text{ kN}$
Abmaße Druckstrebe	Chorz = 16.5 cm	Zvert = 17.1 cm
Neigung	$\phi = 45.9^\circ$	$s_0 = 4.7 \text{ cm}$
Abmessung Knoten 2 (oben)	$a_{vert} = 13.3 \text{ cm}$	$a_{schrag} = 20.0 \text{ cm}$
Abmessung Knoten 1 (unten)	$a_{horz} = 4.3 \text{ cm}$	$a_{vert} = 4.1 \text{ cm}$

DAfStb Heft 600, $a/h_k \leq 0.5$: $A_{s,Spaltzug} \geq 0.5 \cdot A_{s,Zug}$

$$F_v = 270.0 \text{ kN} > 0.3 \cdot V_{Rd,max} = 148.4 \text{ kN}$$

Auflagerpressung	$\sigma_{lp} = 6.00 \text{ N/mm}^2 \leq$	$\sigma_{Rd,max} = 10.63 \text{ N/mm}^2$
Spannung Druckstrebe am Knoten 2	$\sigma_{cd} = 6.31 \text{ N/mm}^2 \leq$	$\sigma_{Rd,max} = 10.63 \text{ N/mm}^2$
Spannung Druckstrebe am Knoten 1	$\sigma_{cd} = 10.63 \text{ N/mm}^2 \leq$	$\sigma_{Rd,max} = 10.63 \text{ N/mm}^2$

Zugbewehrung	$A_{s,erf} = 8.3 \text{ cm}^2 \leq$	$A_{s,vorh} = 11.4 \text{ cm}^2$
Spaltzugbewehrung (horizontal)	$A_{s,erf} = 4.2 \text{ cm}^2 \leq$	$A_{s,vorh} = 6.3 \text{ cm}^2$

Bewehrungszusammenstellung

Bewehrung [-]	Anzahl Lagen [-]	Anzahl Pos. je Lage [-]	Schnittigkeit [-]	\emptyset [mm]	A_s [cm ²]	D_{St}/\emptyset [-]	D_{Kons}/\emptyset [-]	Bemerkung [-]
Zugbügel	2	1	2	8	2.0	4	4	
Zugschlaufen	2	3	2	10	9.4	15	4	nebeneinander
Längsbügel	2	1	1	8		4	4	konstruktiv
Stegbügel	4	1	2	10	6.3	4	4	
Vertikalbügel	2	1	2	8		4	4	konstruktiv

Verankerungs- und Übergreifungslängen

Bewehrung [-]	l_0 [cm]	im Stützenbereich				am Konsolenende		
		$l_{0,vorh}$ [cm]	l_{bd} [cm]	$l_{b,vorh}$ [cm]	VB -	l_{bd} [cm]	$l_{b,vorh}$ [cm]	VB [-]
Zugbügel			11.0 ≤	17.0	gut	16.4 ≤	19.0	gut
Zugschlaufen	41.1 ≤	60.0			gut	13.8 ≤	19.0	gut

Die Stütze wurde als stehend betoniert angenommen. Die Verbundbedingungen (VB) in der Konsole ergeben sich daraus.

Der Verankerungsnachweis der Zugbügel im Stützenbereich wurde mit Berücksichtigung der Querpressung geführt.

Verankerungsdetails

Zwischenwerte Verankerungsnachweis für Zugbügel in der Konsole

$$\alpha_A = \alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_3 * \alpha_4 * \alpha_5 = 0.700 * 1.00 * 1.00 * 1.00 * 1.00 = 0.700$$

$$c_d = 4.3 \text{ cm}, \quad \emptyset = 8 \text{ mm}, \quad D_{vorh} / \emptyset = 4, \quad p = 0.00 \text{ N/mm}^2, \quad A_{s,erf} / A_{s,vorh} = 8.3 \text{ cm}^2 / 11.4 \text{ cm}^2$$

Bemessungswert Verbundfestigkeit $f_{bd} = 2.69 \text{ N/mm}^2$ Verbundbedingungen gut

Grundwert Verankerungslänge $l_{b,rqd} = 32.3 \text{ cm}$ Mindestwert Verankerungslänge $l_{b,min} = 8.0 \text{ cm}$

Bemessungswert Verankerungslänge $l_{bd} = 16.4 \text{ cm}$ Vorhandene Verankerungslänge $l_{b,vorh} = 19.0 \text{ cm}$

Die Zugbügel liegen nicht vollständig im Querdruckbereich. Deshalb erfolgt kein Ansatz der Querpressung.

$$l_{bd} = 16.4 \text{ cm} \leq 19.0 \text{ cm} = l_{b,vorh}, \text{ Verankerungsnachweis ist erfüllt.}$$

Zwischenwerte Verankerungsnachweis für Zugschlaufen in der Konsole

$$\alpha_A = \alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_3 * \alpha_4 * \alpha_5 = 0.700 * 1.00 * 1.00 * 1.00 * 0.670 = 0.469$$

$$c_d = 9.9 \text{ cm}, \quad \emptyset = 10 \text{ mm}, \quad D_{vorh} / \emptyset = 4, \quad p = 6.00 \text{ N/mm}^2, \quad A_{s,erf} / A_{s,vorh} = 8.3 \text{ cm}^2 / 11.4 \text{ cm}^2$$

Bemessungswert Verbundfestigkeit $f_{bd} = 2.69 \text{ N/mm}^2$ Verbundbedingungen gut

Grundwert Verankerungslänge $l_{b,rqd} = 40.4 \text{ cm}$ Mindestwert Verankerungslänge $l_{b,min} = 6.7 \text{ cm}$

Bemessungswert Verankerungslänge $l_{bd} = 13.8 \text{ cm}$ Vorhandene Verankerungslänge $l_{b,vorh} = 19.0 \text{ cm}$

$$l_{bd} = 13.8 \text{ cm} \leq 19.0 \text{ cm} = l_{b,vorh}, \text{ Verankerungsnachweis ist erfüllt.}$$

Zwischenwerte Verankerungsnachweis für Zugbügel in der Stütze

$$\alpha_A = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 = 0.700 \cdot 1.00 \cdot 1.00 \cdot 1.00 \cdot 0.670 = 0.469$$

$$c_d = 4.3 \text{ cm}, \quad \emptyset = 8 \text{ mm}, \quad D_{\text{vorh}} / \emptyset = 4, \quad p = 6.00 \text{ N/mm}^2, \quad A_{s,\text{erf}} / A_{s,\text{vorh}} = 8.3 \text{ cm}^2 / 11.4 \text{ cm}^2$$

Bemessungswert Verbundfestigkeit $f_{bd} = 2.69 \text{ N/mm}^2$	Verbundbedingungen	gut
Grundwert Verankerungslänge $l_{b,\text{reqd}} = 32.3 \text{ cm}$	Mindestwert Verankerungslänge $l_{b,\text{min}} = 8.0 \text{ cm}$	
Bemessungswert Verankerungslänge $l_{bd} = 11.0 \text{ cm}$	Vorhandene Verankerungslänge $l_{b,\text{vorh}} = 17.0 \text{ cm}$	

$l_{bd} = 11.0 \text{ cm} \leq 17.0 \text{ cm} = l_{b,\text{vorh}}$, Verankerungsnachweis ist erfüllt.

Zwischenwerte Übergreifungsnachweis für Zugschlaufen in der Stütze (gerades Stabende)

$$\alpha_A = 1.00, \quad \alpha_6 = 1.40, \quad A_{s,\text{erf}} / A_{s,\text{vorh}} = 8.3 \text{ cm}^2 / 11.4 \text{ cm}^2$$

Bemessungswert Verbundfestigkeit $f_{bd} = 2.69 \text{ N/mm}^2$	Verbundbedingungen	gut
Grundwert Verankerungslänge $l_{b,\text{reqd}} = 40.4 \text{ cm}$	Bemessungswert Verankerungslänge $l_{bd} = 29.4 \text{ cm}$	
Bemessungswert Übergreifungslänge $l_0 = 41.1 \text{ cm}$	Vorhandene Übergreifungslänge $l_{0,\text{vorh}} = 60.0 \text{ cm}$	

$l_0 = 41.1 \text{ cm} \leq 60.0 \text{ cm} = l_{0,\text{vorh}}$, Übergreifungsnachweis ist erfüllt.

Bewehrungslisten

Bewehrungsliste Zugbügel und Stegbügel

Bewehrung [-]	Anzahl [-]	Ø [mm]	Breite [cm]	Länge [cm]	D _{St} / Ø [-]	D _{Kons} / Ø [-]	Abstand von Ok [cm]
Zugbügel, oberste Lage	1	8	47.0	44.0	4	4	4.7
Zugbügel, weitere Lagen	1	8	49.4	44.0	4	4	7.5
Stegbügel	1	10	53.0	44.0	4	4	11.7
Stegbügel	1	10	53.0	44.0	4	4	16.0
Stegbügel	1	10	53.0	44.0	4	4	20.2
Stegbügel verkürzt	1	10	53.0	29.1	4	4	24.4

Bewehrungsliste Zugschlaufen

Bewehrung [-]	Anzahl [-]	Ø [mm]	Breite [cm]	Länge horiz [cm]	Länge vert [cm]	D _{St} / Ø [-]	D _{Kons} / Ø [-]	Abstand von Ok [cm]
Zugschlaufen	3	10	15.1	43.0	60.0	15	4	10.4
Zugschlaufen	3	10	15.1	40.0	60.0	15	4	13.4

Bewehrungsliste Vertikalbügel

Bewehrung [-]	Anzahl [-]	Ø [mm]	Breite [cm]	Länge [cm]	D _{St} / Ø [-]	D _{Kons} / Ø [-]	Abstand von Vk [cm]
Vertikalbügel	1	8	51.0	20.5	4	4	13.6
	1	8	51.0	21.7	4	4	20.3

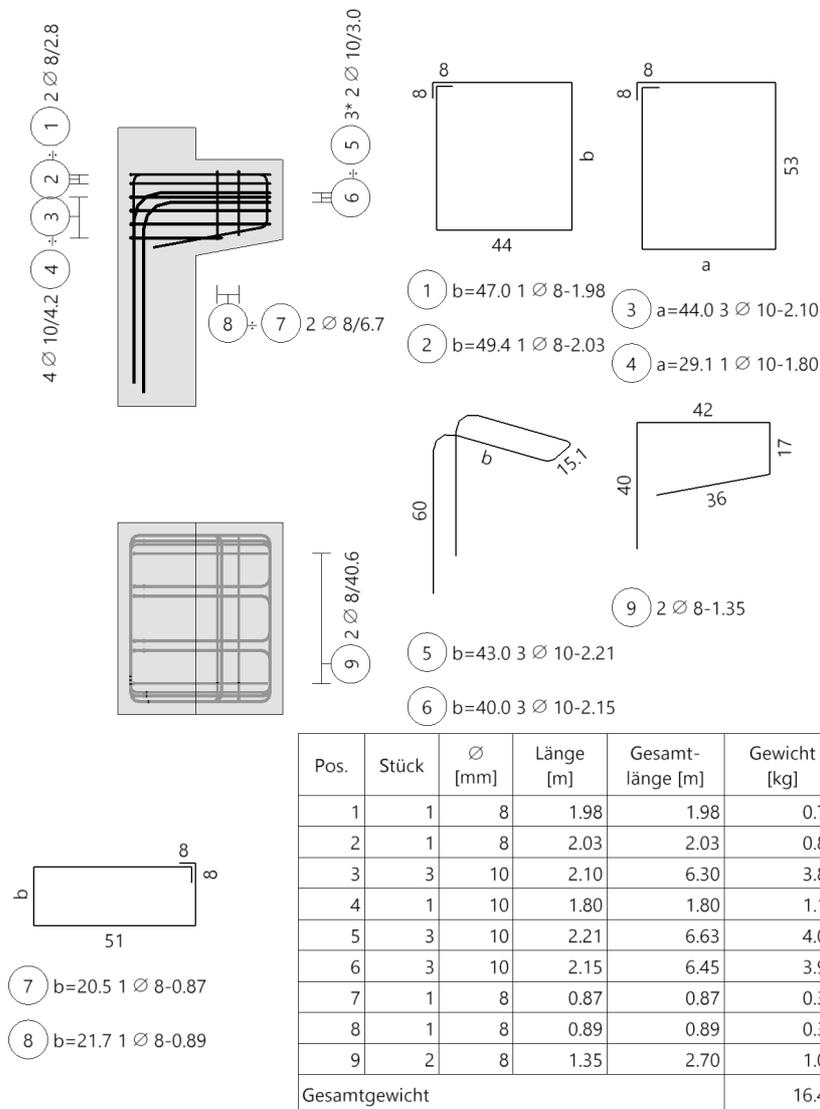
Bewehrungsliste Längsbügel

Bewehrung	Anzahl	Ø	Höhe vorn	Länge ob	Länge unt	Länge vert	Neigung	Uk	D _{St} / Ø	D _{Kons} / Ø	Abstand von Sk
[-]	[-]	[mm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[°]	[-]	[-]	[-]	[cm]
Längsbügel	1	8	17.0	42.0	36.0	40.0	10.5	4	4	4	9.7
	1	8	17.0	42.0	36.0	40.0	10.5	4	4	4	50.3

Hinweis: Die Abmessungen der Bewehrungspositionen sind Außenmaße. Die Abstände beziehen sich auf die Bewehrungsstabachsen.

Hinweis: Gegebenenfalls den Abstand der Spaltzugbewehrung in Querrichtung verringern.

Bewehrungsplan

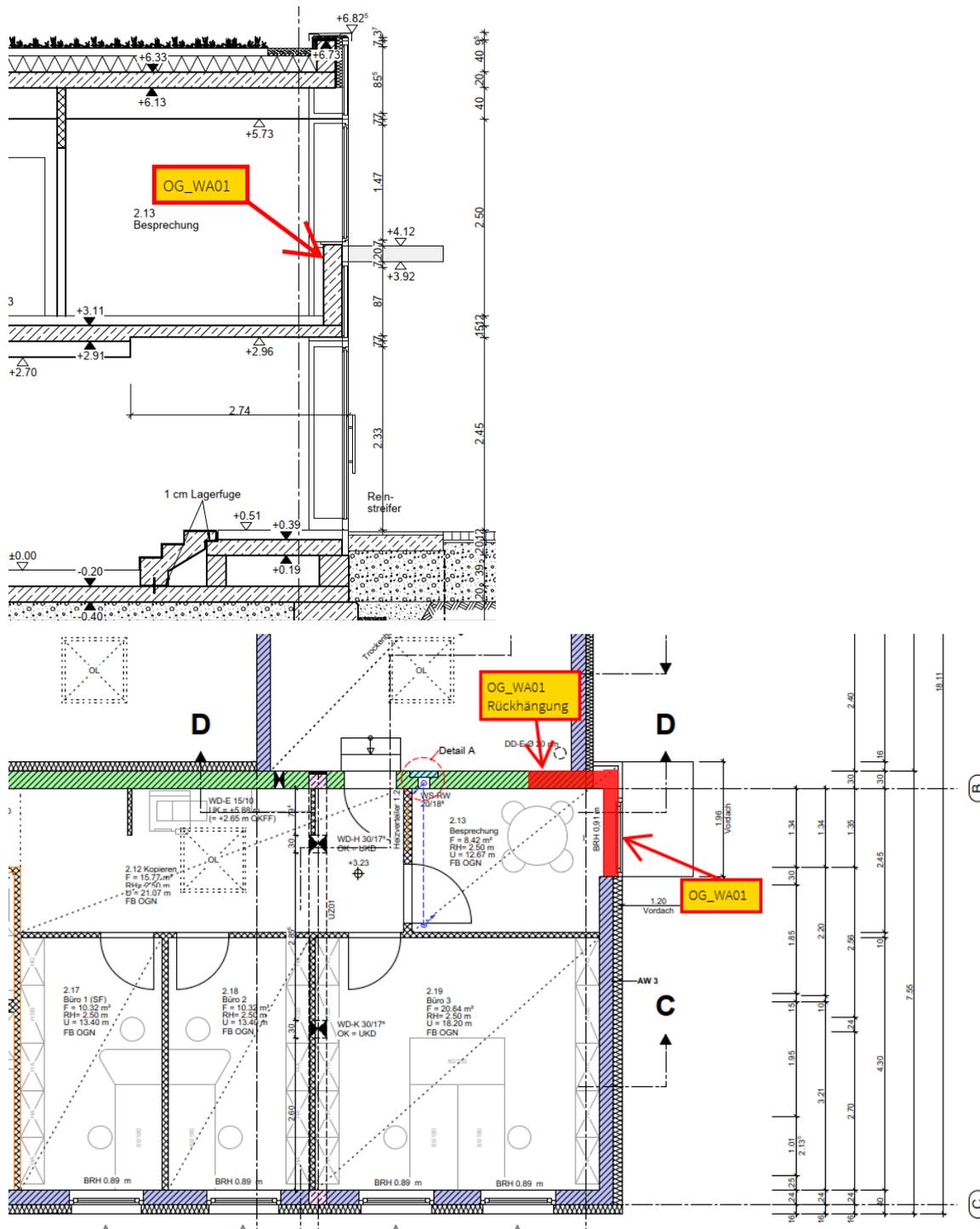


5.2. Wände

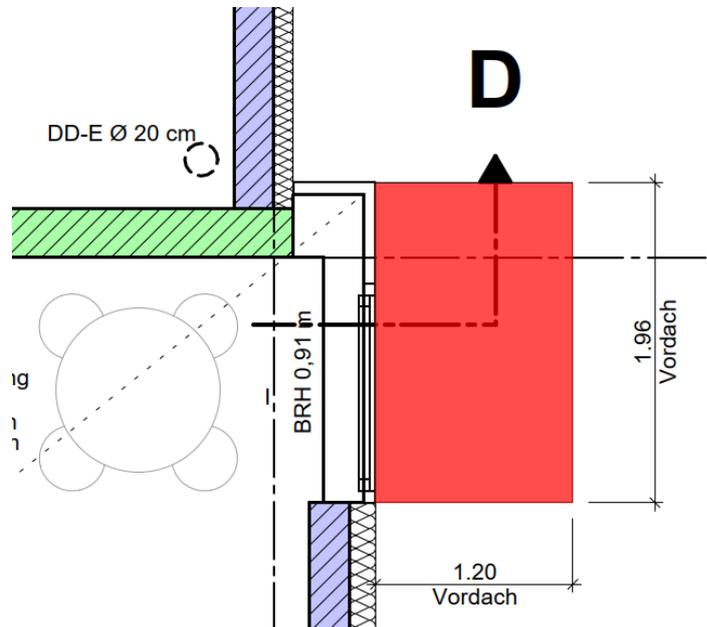
5.2.1 Pos. OG_WA01 Brüstungswand Eingangsbereich

Es folgt die Bemessung der Stahlbeton-Kragwand im Obergeschoss des Sozialbaus. Diese befindet sich oberhalb der Eingangstür-EG und ist daher frontal mit einer Vordachkonstruktion aus Glas versehen. Es wirken keine Deckenlasten auf die Wand.

Auszug Architekturplan



Vordach Grundriss:

**Geometrie/Material**

Stahlbeton	C25/30 außen: XC3, WF	w = 0,30 mm
	innen: XC1, W0	w = 0,40 mm
Betonstahl	B500	
Abmessungen	h = 24 cm	
	H = 1,05 m	
Betondeckung	c _{nom} = 3,5 cm (außen)	
	c _{nom} = 2,5 cm (innen)	
Bewehrung vertikal	Ø12/15 cm	
Bewehrung horizontal	Ø12/15 cm	
Brandschutz	R30	

Lastannahmen

Ständige Lasten:

Eigenlasten programmintern	Wichte Stahlbeton 25 kN/m^3		
Vordach Glas	$25 \text{ kN/m}^3 \times 0,015 \text{ m} \times 1,25 \text{ m}$	$g_k = 0,5$	kN/m
Vordach Glas Moment	$0,5 \text{ kN/m} \times 1,25 \text{ m} / 2$	$m_k = 0,3$	kNm/m
Annahme Konstruktion Vordach		$g_k = 0,5$	kN/m
Annahme Konstruktion Vordach Moment	$0,5 \text{ kN/m} \times 1,25 \text{ m} / 2$	$m_k = 0,3$	kNm/m

Nutzlasten

Anlehnlast	auf Wandlänge bezogen $1,95 \text{ m}$.	$q_k = 1,95$	kN
------------	------------------------------------------	--------------	----

Schnee:

Vordach (Schneeanwehung)	$2,04 \text{ kN/m}^2 \times 1,25 \text{ m}$	$q_k = 2,6$	kN/m
	$2,6 \text{ kN/m} \times 1,25 \text{ m} / 2$	$m_k = 1,6$	kNm/m

Wind:

Windsog horizontal auf Wand Bereich B		$q_k = 0,47$	kN/m ²
Vordach	$0,41 \text{ kN/m}^2 \times 1,25 \text{ m}$	$q_k = 0,5$	kN/m
	$0,5 \text{ kN/m} \times 1,25 \text{ m} / 2$	$m_k = 0,3$	kNm/m

Bemessung

Alle GZT und GZG Nachweise gemäß nachfolgendem Frilo-Ausdruckprotokoll.

Bemessung Rückhängung

Maximales Biegemoment am Wandfuß gemäß Frilo-Bemessung (auf Wandlänge bezogen):

$$M_{Ed} = 6,81 \text{ kNm}$$

Abmessungen rückgehängte Wand:

$$h = 1,05 \text{ m} \quad b = 0,24 \text{ m} \quad l = 1,5 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = (25 \text{ kN/m}^3 \times 1,05 \text{ m} \times 0,24 \text{ m} \times 1,6 \text{ m}) \times (1,6 \text{ m} / 2) \times 1,0 = 8,0 \text{ kNm} > M_{Ed} = 6,81 \text{ kNm}$$

Die Kragwand wird somit durch das Eigengewicht der seitlich anschließende Stahlbeton-Querwand zurück gehalten.

Bewehrungsführung

Im Eckbereich der Brüstungswand wird eine biegesteife Ecke angeordnet, wobei eine Belastung von außen (Winddruck) sowie eine Belastung von innen (Vordach, Anlehnlast) möglich sind.

Weiterhin wird konstruktiv ein steifer Anschluss der Brüstungswand an die Decke ausgeführt.

Nachweis der Rissbreitenbeschränkung

Hinweise nach Tab. 3 sind bei Bauausführung zu beachten

Tabelle 3. Empfohlene Anhaltswerte für die Betonzugfestigkeit bei Zwang aus Abfließen der Hydratationswärme (Tabelle 7 aus DBV [1])

S	1	2	3	4	5
Z	Festigkeitsentwicklung des Betons	Bauteildicke h			
		$\leq 0,30$ m	$\leq 0,80$ m	$\leq 2,0$ m	$> 2,0$ m
1	langsam ($r < 0,30$) ^{1) 2)}	– ³⁾	$0,60f_{ctm}$	$0,70f_{ctm}$ ⁴⁾	$0,80f_{ctm}$ ⁴⁾
2	mittel ($r < 0,50$) ¹⁾	$0,65f_{ctm}$	$0,75f_{ctm}$	$0,85f_{ctm}$	$0,95f_{ctm}$
3	schnell ($r \geq 0,50$) ¹⁾	$0,80f_{ctm}$	$0,90f_{ctm}$	$1,0f_{ctm}$	$1,00f_{ctm}$

¹⁾ Die Festigkeitsentwicklung des Betons wird durch das Verhältnis $r = f_{cm}(2 \text{ d}) / f_{cm}(28 \text{ d})$ beschrieben, das bei der Eignungsprüfung oder auf der Grundlage eines bekannten Verhältnisses von Beton vergleichbarer Zusammensetzung (d. h. gleicher Zement, gleicher w/z-Wert) ermittelt wurde.
Wird bei besonderen Anwendungen die Druckfestigkeit zu einem späteren Zeitpunkt $t > 28$ Tage bestimmt, ist das Verhältnis der mittleren Druckfestigkeit nach 2 Tagen $f_{cm}(2 \text{ d})$ zur mittleren Druckfestigkeit zum Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit $f_{cm}(t)$ zu ermitteln oder es ist vom Betonhersteller eine Festigkeitsentwicklungskurve bei 20 °C zwischen 2 Tagen und dem Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit anzugeben.

²⁾ Bei Festigkeitsklassen $\geq C30/37$ ist es i. d. R. nicht möglich, das Festigkeitsverhältnis $r \leq 0,30$ bezogen auf 28 Tage zu begrenzen. In diesen Fällen ist es erforderlich, den Zeitpunkt des Nachweises der Festigkeitsklasse auf einen späteren Zeitpunkt (z. B. 56 Tage) zu vereinbaren.

³⁾ Die Auslegung der Bewehrung bei dünnen Bauteilen auf eine langsame Festigkeitsentwicklung ist nicht sinnvoll. Es sollte grundsätzlich mindestens eine mittlere Festigkeitsentwicklung angenommen werden.

⁴⁾ Der empfohlene Anhaltswert für massive Bauteile ist erst bei der Verwendung von langsam erhärtenden Betonen mit einem Prüfalter von 91 Tagen zu erwarten.

Begrenzung der Rissbreite unter zentrischen Zwang $k_c = 1,0$			
(Direkte Berechnung nach DIN EN 1992-1-1, 7.3.2 + NA)			
Bewehrungsrichtung		x- Richtung	y- Richtung
Beton	Betongüte	C25/30	
	Betonzugfestigkeit	f_{ctm} [N/mm ²]	2,60
	Festigkeitsentwicklung des Betons	r	< 0,5
	Beiwert für Zeitpunkt Rissbildung	$k_{z,t}$ [%]	65
	wirksame Zugfestigkeit	$f_{ct,eff}$ [N/mm ²]	1,69
Bewehrung	Stahlsorte	B	B 500
	Elastizitätsmodul	E_s [N/mm ²]	200.000
		E_{cm} [N/mm ²]	31.000
	Durchmesser	d_s/d_{sv} [mm]	12 12
	Stababstand	s [cm]	15,0 15,0
	Mattenbewehrung	(j / n)	n n
	Querschnitt je Bauteilseite	$A_{s1}=A_{s2}$ [cm ² /m]	7,54 7,54
	Gesamtquerschnitt	vorh A_s [cm ² /m]	15,08 15,08
Abmessung	Betonüberdeckung	c_{nom} [cm]	3,5 4,7
	Bauteilhöhe	h [cm]	24,0
	Betonquerschnitt	A_{ct} [cm ² /m]	2.400,0
	Achsabstand Bewehrung	d_1 [cm]	4,1 5,3
	Wirkungstiefe Bewehrung	h_{eff} [cm]	10,6 12,0
	wirksame Betonzugfläche	$A_{c,eff}$ [cm ² /m]	2.120,0 2.400,0
Beiwerte	Spannungsverteilung innerhalb Zugzone	k_c	1,00
	Verteilung Betonzug-spannungen	k	0,80
	effektiver Bewehrungsgrad	$_{eff} \rho$	0,7% 0,6%
	geometrischer Bewehrungsgrad	ρ_{tot}	0,7% 0,6%
	Betonstahlspannung im Riss		
	$\sigma_s = k_c * k * f_{ct,eff} * A_c / A_s$		215,18 215,18
	mittlere Differenzdehnung Stahl - Beton	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0,065% 0,065%
	Maximaler Rissabstand	$s_{r,max}$ [mm]	424 424
Achtung bei Mattenbewehrung (DIN EN 1992-1-1-NA, 7.3.4(3)):			
	Rissabstand < doppelte Maschenweite	$s_{r,max}$ [mm] <	300 300
Vorhandene rechnerische Rissweite		w_k [mm]	0,274 0,274

Pos. OG_WA01 Brüstungswand Eingangsbereich

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 02/23A (FRILO R-2023-2/P04)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Kragstütze in y-Richtung (einachsige Berechnung), Rechteck, in y-Richtung beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

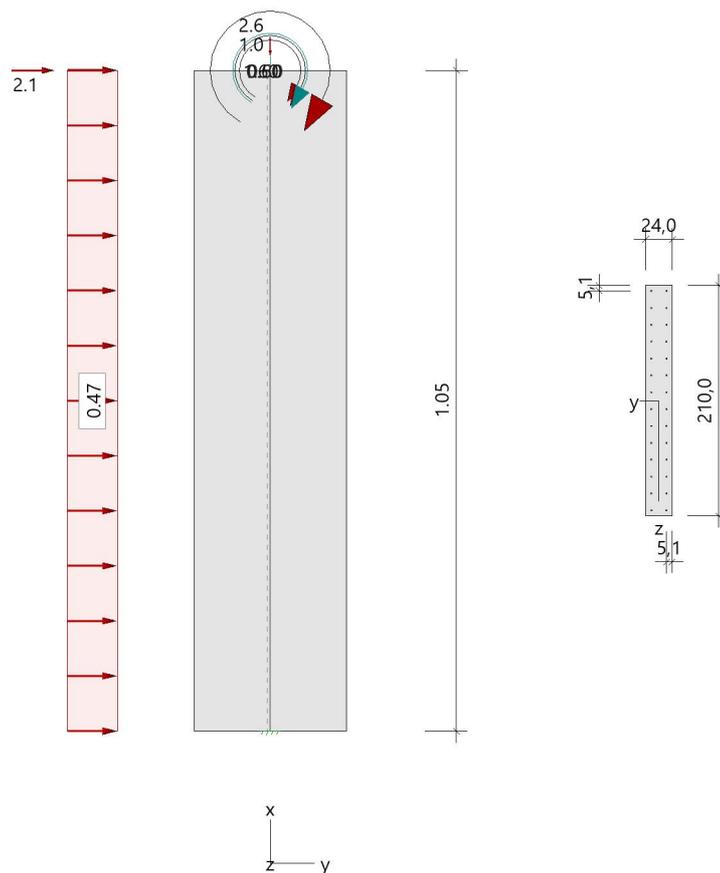
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1:12



Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	WF
Bewehrungskorrosion	XC3
Mindestbetonklasse	C 20/25
Bügel	$d_{s,b} = 10 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 12 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 15 \text{ mm}$
Bügel	$c_{min,b} = 20 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,b} = 35 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 20 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 45 \text{ mm} \quad *1$
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 35 \text{ mm}$

zul. Rissbreite $w_{\max} = 0.30 \text{ mm}$
 *1: mit $c_{\min,b}$

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte $LU = 50 \%$ Zementtyp ZEM_N_R

Belastungsalter $t_0 = 28 \text{ Tage}$

Endkriechzahl $\phi(t_0, \infty) = 2.60$

Materialauswahl

Beton C 25/30 $f_{ck} = 25.00 \text{ N/mm}^2$ $E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$

Betonstahl B500A $f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$ $E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$

$k(f_t/f_y) = 1.05$ $\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$ (Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30			Betonstahl B500A		
	$\alpha_{cc} = 0.85$ $\alpha_{ct} = 0.85$			γ_s	f_{yd}	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$
	γ_c	f_{cd}	f_{ctd}			
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Kragstütze in y-Richtung (einachsige Berechnung)

Stützenhöhe $l = 1.05 \text{ m}$

Querschnitt $b_y/d_z = 24.0/210.0 \text{ cm}$

$b_1/d_1 = 5.1/5.1 \text{ cm}$

Bewehrungsanordnung (kalt) umfangsverteilt

Bewehrungsanordnung (Brand) wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	u_y	ϕ_z
	[kN/m]	[kNm/rad]
Fußpunkt	starr	starr

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.500
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.500
sonstige veränderliche Einwirkungen ständig	0.80	0.70	0.50	1.000	1.350

Punktlasten

Nr. Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	F_y [kN]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1 Stützenkopf		2.6				Schnee		
2 Stützenkopf					1.60	Schnee		
3 Stützenkopf		1.0				ständig		
4 Stützenkopf					0.60	ständig		
6 Stützenkopf					0.50	Wind		
7 Stützenkopf					0.30	Wind		
8 Stützenkopf				2.1		sonstig		

Verteilte Lasten

Nr. Bauteil	Richtung	Abstand [m]	p_{Anf} [kN/m]	Länge [m]	p_{End} [kN/m]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
5 Stütze	in y		0.47	1.05	0.47	Wind		

Punktlasten (Stützeineigengewicht)

Nr. Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	F_y [kN]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
* Stützenkopf		13.2				ständig		

Bezeichnungen der Lasten

- Last 1: Schnee
- Last 2: Schnee
- Last 3: Vordach
- Last 4: Vordach
- Last 5: Windsog Bereich B
- Last 6: Wind Vordach
- Last 7: Wind Vordach
- Last 8: Anlehnlast

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt
- Es wird ausschließlich das Ausweichen in globaler y-Richtung untersucht

Bemessungsoptionen

- Lastniveau für Krieeffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegeline als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($f_{ct,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Optionen für den Brandschutznachweis

- Nachzuweisende Feuerwiderstandsklasse: R30
- Brandangriff = gesamter Stützenumfang
- Der Nachweis wird in der außergewöhnlichen Bemessungssituation unter Beachtung von EN 1991-1-2, 4.3.1, geführt.
- Die Schiefstellung ist auf $\theta \leq 1/500$ begrenzt.
- Steifigkeitsabminderung für Bewehrungsgrade $\rho < 2.0\%$: $E_{\text{eff,cal}} = E_{\text{eff}} \cdot (\rho/0.02)^{0.5}$
- Der Nachweis wird unter Berücksichtigung der thermischen Dehnungen geführt.

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min $N_{cr}/N = 7261,93$ in y-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Teil 1 - Lastkombinationen 1 - 8

Last	LK 1 ¹	LK 2 ¹	LK 3 ¹	LK 4 ¹	LK 5 ¹	LK 6 ¹	LK 7 ¹	LK 8 ¹
Stützeigengewicht	1.35	1.00	1.35	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
Schnee	1.50		1.50	1.50		1.50		
Schnee	1.50	1.50	1.50	1.50		1.50	1.50	
Vordach	1.35	1.00	1.35	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
Vordach	1.35	1.00	1.35	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
Windsog Bereich B	0.90	0.90			0.90			
Wind Vordach	0.90	0.90		0.90		0.90	0.90	
Wind Vordach	0.90	0.90		0.90		0.90	0.90	
Anlehnlast	1.20	1.20	1.20		1.50			

¹ : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda \leq \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Teil 2 - Lastkombinationen 9 - 9

Last	LK 9 ¹
Stützeigengewicht	1.35
Schnee	
Schnee	
Vordach	1.35
Vordach	1.35
Windsog Bereich B	
Wind Vordach	
Wind Vordach	
Anlehnlast	

¹ : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda \leq \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	λ_y	$\lambda_{lim,y}$	$e_{i,y}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
2	1	Wand	2.10	30.3	358.4	0.0	2.603	0.719

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	Versagensart
2	1.05	-14.2	3.72	0.63	31.7	31.7	Querschnitt
	0.88	-14.2	4.17	0.63	31.7	31.7	
	0.70	-14.2	4.63	0.63	31.7	31.7	
	0.53	-14.2	5.10	0.63	31.7	31.7	
	0.35	-14.2	5.59	0.63	31.7	31.7	
	0.18	-14.2	6.09	0.63	31.7	31.7	
	0.00	-14.2	6.60	0.63	31.7	31.7	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	LK
Fußpunkt	0.00	14.2	0.0	0.60	8
		23.1	0.0	3.93	4
		14.2	0.0	3.72	7
		14.2	3.6	4.14	5
		23.1	3.0	6.81	1

Tragfähigkeit - Brand (R30) - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (Bemessungssituation Brand)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4	LK 5
Stützeigengewicht	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Schnee					
Schnee					
Vordach	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Vordach	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Windsog Bereich B	0.20	0.20			
Wind Vordach	0.20			0.20	
Wind Vordach	0.20			0.20	
Anlehnlast	0.50	0.50	0.50		

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	λ_y	$\lambda_{lim,y}$	$e_{i,y}^*$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Wand	2.10	30.3	0.0	0.2	0.000	0.561

* Benutzervorgabe für anzusetzende Schiefstellung: 1/500

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	Versagensart
1	1.05	-14.2	0.76	0.63	31.7	31.7	Querschnitt
	0.88	-14.2	0.95	0.63	31.7	31.7	
	0.70	-14.2	1.15	0.63	31.7	31.7	
	0.53	-14.2	1.35	0.63	31.7	31.7	
	0.35	-14.2	1.55	0.63	31.7	31.7	
	0.18	-14.2	1.75	0.63	31.7	31.7	
	0.00	-14.2	1.95	0.63	31.7	31.7	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (Brand)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,y}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	LK
Fußpunkt	0.00	14.2	0.0	0.57	5
		14.2	1.1	1.95	1
		14.2	1.1	1.79	2

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm ²]
1	31.7

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1 ¹	LK 2 ¹	LK 3 ¹	LK 4 ¹	LK 5 ¹	LK 6 ¹	LK 7 ¹
Stützeigengewicht	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Schnee	1.00		1.00		1.00		
Schnee	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	
Vordach	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Vordach	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Windsog Bereich B	0.60	0.60		0.60			
Wind Vordach	0.60	0.60			0.60	0.60	
Wind Vordach	0.60	0.60			0.60	0.60	
Anlehnlast	0.80	0.80	0.80	1.00			

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda \leq \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = \infty$)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{z,d} [kNm]	f _y [cm]	f _{y,lim} [cm]	η
2	1.05	-16.8	2.68	0.01		
2	0.88	-16.8	2.98	0.0		
2	0.70	-16.8	3.29	0.0		
2	0.53	-16.8	3.60	0.0		
2	0.35	-16.8	3.93	0.0		
2	0.18	-16.8	4.26	0.0		
4	0.00	-16.8	2.96	0.0		

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = 0$)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{z,d} [kNm]	f _y [cm]	f _{y,lim} [cm]	η
2	1.05	-16.8	2.68	0.01		
2	0.88	-16.8	2.98	0.0		
2	0.70	-16.8	3.29	0.0		
2	0.53	-16.8	3.60	0.0		
2	0.35	-16.8	3.93	0.0		
2	0.18	-16.8	4.26	0.0		
4	0.00	-16.8	2.96	0.0		

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = \infty$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	Φ_{eff}	ϵ_s [‰]	σ_s [N/mm ²]	$\sigma_{s,lim}^1$ [N/mm ²]	η
2	1.05	-14.2	2.68	0.96	0.061	12.27	400.00	0.03
2	0.88	-14.2	2.98	0.96	0.064	12.73	400.00	0.03
2	0.70	-14.2	3.29	0.96	0.066	13.21	400.00	0.03
2	0.53	-14.2	3.60	0.96	0.068	13.69	400.00	0.03
2	0.35	-14.2	3.93	0.96	0.071	14.20	400.00	0.04
2	0.18	-14.2	4.26	0.96	0.074	14.71	400.00	0.04
2	0.00	-14.2	4.60	0.96	0.076	15.24	400.00	0.04

¹ : $\sigma_{s,lim} = 0,80 \cdot f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = 0$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	Φ_{eff}	ϵ_s [‰]	σ_s [N/mm ²]	$\sigma_{s,lim}^1$ [N/mm ²]	η
2	1.05	-14.2	2.68	0.00	0.060	12.02	400.00	0.03
2	0.88	-14.2	2.98	0.00	0.062	12.42	400.00	0.03
2	0.70	-14.2	3.29	0.00	0.064	12.82	400.00	0.03
2	0.53	-14.2	3.60	0.00	0.066	13.24	400.00	0.03
2	0.35	-14.2	3.93	0.00	0.068	13.67	400.00	0.03
2	0.18	-14.2	4.26	0.00	0.071	14.11	400.00	0.04
2	0.00	-14.2	4.60	0.00	0.073	14.56	400.00	0.04

¹ : $\sigma_{s,lim} = 0,80 \cdot f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1 ¹	LK 2 ¹
Stützeigengewicht	1.00	1.00
Schnee		
Schnee		
Vordach	1.00	1.00
Vordach	1.00	1.00
Windsog Bereich B		
Wind Vordach		
Wind Vordach		
Anlehnlast	0.50	

¹ : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda \leq \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{z,d} [kNm]	ε _c [‰]	σ _c [N/mm ²]	σ _{c,lim} ¹ [N/mm ²]	vorh f _{φ,nl}	erf f _{φ,nl}	η
1	1.05	-14.2	0.60	0.036	0.00	-11.25	1.00		0.00
1	0.88	-14.2	0.78	0.034	0.00	-11.25	1.00		0.00
1	0.70	-14.2	0.97	0.032	0.00	-11.25	1.00		0.00
1	0.53	-14.2	1.15	0.030	0.00	-11.25	1.00		0.00
1	0.35	-14.2	1.34	0.028	0.00	-11.25	1.00		0.00
1	0.18	-14.2	1.52	0.025	0.00	-11.25	1.00		0.00
1	0.00	-14.2	1.70	0.023	0.00	-11.25	1.00		0.00

¹ : σ_{c,lim} = 0,45 * f_{c,k} (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung und Temperaturen nach 30 min

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm ²]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	f _{sy,θ} /f _{yk} [%]
Abschnitt 1	1	12	1.1	-6.9	-99.9	188	100
Bügel: 4Ø10 mm	2	12	1.1	6.9	-99.9	188	100
	3	12	1.1	6.9	99.9	188	100
	4	12	1.1	-6.9	99.9	188	100
	5	12	1.1	-6.9	-84.5	114	100
	6	12	1.1	6.9	-84.5	114	100
	7	12	1.1	-6.9	-69.2	114	100
	8	12	1.1	6.9	-69.2	114	100
	9	12	1.1	-6.9	-53.8	114	100
	10	12	1.1	6.9	-53.8	114	100
	11	12	1.1	-6.9	-38.4	114	100
	12	12	1.1	6.9	-38.4	114	100
	13	12	1.1	-6.9	-23.1	114	100
	14	12	1.1	6.9	-23.1	114	100
	15	12	1.1	-6.9	-7.7	114	100
	16	12	1.1	6.9	-7.7	114	100
	17	12	1.1	-6.9	7.7	114	100
	18	12	1.1	6.9	7.7	114	100
	19	12	1.1	-6.9	23.1	114	100
	20	12	1.1	6.9	23.1	114	100
	21	12	1.1	-6.9	38.4	114	100
	22	12	1.1	6.9	38.4	114	100
	23	12	1.1	-6.9	53.8	114	100
	24	12	1.1	6.9	53.8	114	100
	25	12	1.1	-6.9	69.2	114	100
	26	12	1.1	6.9	69.2	114	100
	27	12	1.1	-6.9	84.5	114	100

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm ²]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	f _{sy,θ} /f _{yk} [%]
	28	12	1.1	6.9	84.5	114	100
31.7							

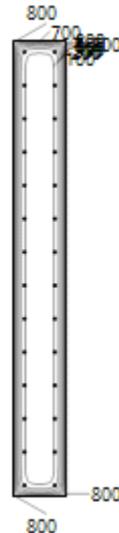
Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. c _{nom,L} [cm]	erf. c _{nom,B} [cm]	vorh. c _{nom,L} [cm]	vorh. c _{nom,B} [cm]
Abschnitt 1	4.5	3.5	4.5	3.5

Temperaturverteilung im Querschnitt

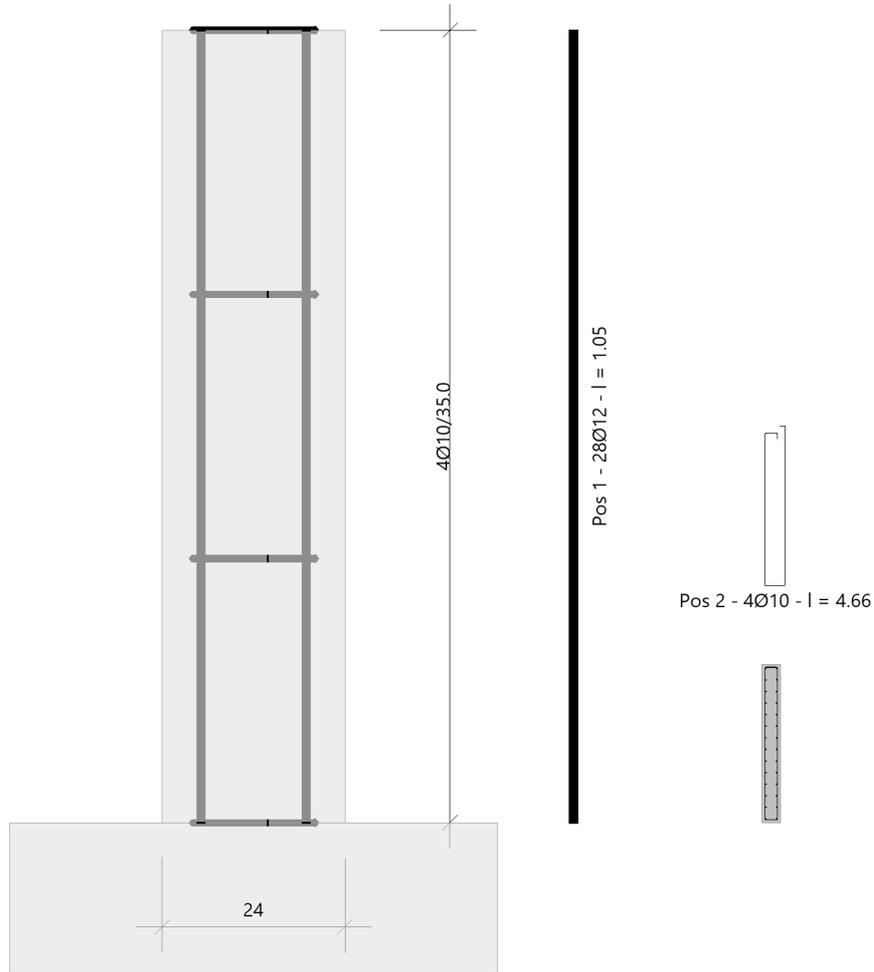
Wärmeübergangskoeffizient	$\alpha =$	25.0 W/(m ² K)
Wärmeübergangskoeffizient unbeflammt	$\alpha_c =$	5.0 W/(m ² K)
Emissivität	$\epsilon_m =$	0.70
Betonfeuchte	$u =$	3.0 %
Wärmeleitfähigkeit	$\lambda =$	obere Grenze
Rohdichte	$\rho =$	2400 kg/m ³
Elementgröße	d _{Elem} =	0.9 cm
Betonzuschlag	=	quarzitisch
Betonstahl	=	kaltgewalzt
Thermische Leitfähigkeit des Stahls	=	vernachlässigt

Temperaturfeld Rechteck 24x210 t=30min



Bewehrungsbilder

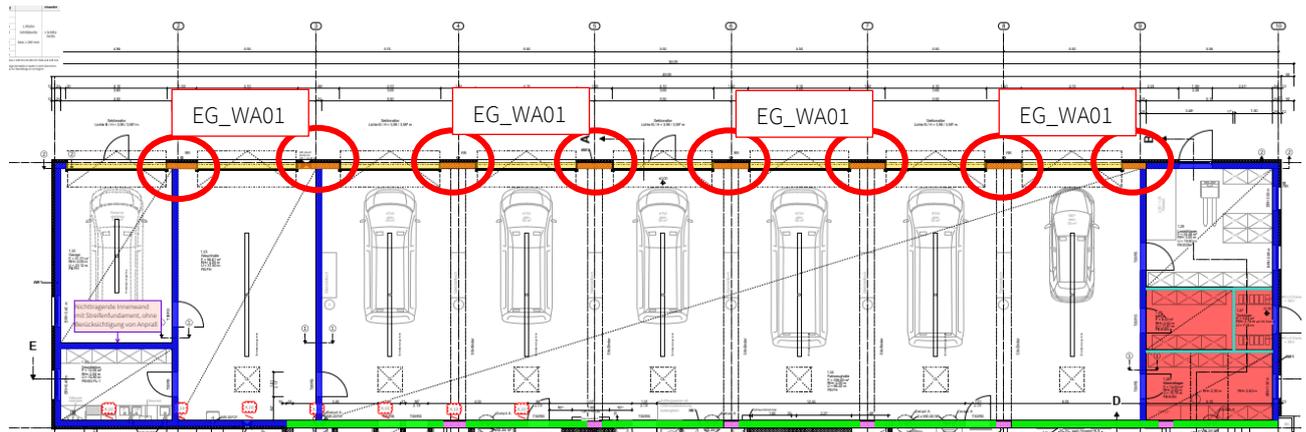
Maßstab 1:10



5.2.2 Pos. EG_WA01 Stb-Außenwand Fahrzeughalle, Achse A

Es folgt die Bemessung der Stahlbetonwände zwischen den Tordurchfahrten in der Fahrzeughalle. Diese Wände dienen der Auflagerung der Dachbinders Pos. EG_DA02. Zusätzlich wird der Anprall aus Rettungswägen sowie Krankentransporten berücksichtigt.

Auszug Architekturplan



Geometrie/Material

Stahlbeton	C25/30 XC3, W0
	w = 0,30 mm
Betonstahl	B500
Abmessungen	b/h = 24 / 140 cm
	H = 4,69 m (UK Binder bis Bodenplatte)
Betondeckung	c _{nom} = 3,5 cm (umlaufend)
Bewehrung	# Ø12/15
Brandschutz	R30

Lastannahmen

Ständige Lasten:

Eigenlasten programmintern	Wichte Stahlbeton 25 kN/m ³		
Wandaufbau	1,0 kN/m ² x 1,5 m x 5,0 m	G _k =	7,50 kN
E0_DA02 Dachbinder	inkl. Sektionaltor	G _k =	76,65 kN
Unterzug Torbereich	25 kN/m ³ x (4,0 x 0,24 x 1,3) m	G _k =	31,20 kN
Attika (gesamte Länge)	25 kN/m ³ x (5,5 x 0,24 x 0,8) m	G _k =	26,40 kN

Wandaufbau UZ Torbereich + Attika	$1,0 \text{ kN/m}^2 \times (5,5 - 1,5) \text{ m} \times 2,1 \text{ m}$	$G_k = 8,4$	kN
-----------------------------------	------------------------------------------------------------------------	-------------	----

Nutzlasten:

E0_DA02 Dachbinder		$Q_k = 99,8$	kN
--------------------	--	--------------	----

Windlasten:

Windsog (Bereich B bei geschl. Toren)	$w_k = 0,47 \text{ kN/m}^2 \times 5,5 \text{ m}$	$w_k = 2,60$	kN/m
---------------------------------------	--------------------------------------------------	--------------	------

Windinnendruck aufgrund günstiger Wirkung vernachlässigt

Anprall:

Anprall RTW bei $h = 1,0 \text{ m}$		$Q_{A,k} = 100,00$	kN
-------------------------------------	--	--------------------	----

Bemessung

Alle GZT und GZG Nachweise gemäß nachfolgendem Frilo-Ausdruckprotokoll.

Nachweis der Rissbreitenbeschränkung

Hinweise nach Tab. 3 sind bei Bauausführung zu beachten

Tabelle 3. Empfohlene Anhaltswerte für die Betonzugfestigkeit bei Zwang aus Abfließen der Hydratationswärme (Tabelle 7 aus DBV [1])

S	1	2	3	4	5
Z	Festigkeitsentwicklung des Betons	Bauteildicke h			
		$\leq 0,30$ m	$\leq 0,80$ m	$\leq 2,0$ m	$> 2,0$ m
1	langsam $(r < 0,30)$ ^{1) 2)}	– ³⁾	$0,60f_{ctm}$	$0,70f_{ctm}$ ⁴⁾	$0,80f_{ctm}$ ⁴⁾
2	mittel $(r < 0,50)$ ¹⁾	$0,65f_{ctm}$	$0,75f_{ctm}$	$0,85f_{ctm}$	$0,95f_{ctm}$
3	schnell $(r \geq 0,50)$ ¹⁾	$0,80f_{ctm}$	$0,90f_{ctm}$	$1,0f_{ctm}$	$1,00f_{ctm}$

¹⁾ Die Festigkeitsentwicklung des Betons wird durch das Verhältnis $r = f_{cm}(2 \text{ d}) / f_{cm}(28 \text{ d})$ beschrieben, das bei der Eignungsprüfung oder auf der Grundlage eines bekannten Verhältnisses von Beton vergleichbarer Zusammensetzung (d. h. gleicher Zement, gleicher w/z-Wert) ermittelt wurde.
Wird bei besonderen Anwendungen die Druckfestigkeit zu einem späteren Zeitpunkt $t > 28$ Tage bestimmt, ist das Verhältnis der mittleren Druckfestigkeit nach 2 Tagen $f_{cm}(2 \text{ d})$ zur mittleren Druckfestigkeit zum Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit $f_{cm}(t)$ zu ermitteln oder es ist vom Betonhersteller eine Festigkeitsentwicklungskurve bei 20 °C zwischen 2 Tagen und dem Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit anzugeben.

²⁾ Bei Festigkeitsklassen $\geq C30/37$ ist es i. d. R. nicht möglich, das Festigkeitsverhältnis $r \leq 0,30$ bezogen auf 28 Tage zu begrenzen. In diesen Fällen ist es erforderlich, den Zeitpunkt des Nachweises der Festigkeitsklasse auf einen späteren Zeitpunkt (z. B. 56 Tage) zu vereinbaren.

³⁾ Die Auslegung der Bewehrung bei dünnen Bauteilen auf eine langsame Festigkeitsentwicklung ist nicht sinnvoll. Es sollte grundsätzlich mindestens eine mittlere Festigkeitsentwicklung angenommen werden.

⁴⁾ Der empfohlene Anhaltswert für massige Bauteile ist erst bei der Verwendung von langsam erhärtenden Betonen mit einem Prüfalter von 91 Tagen zu erwarten.

(Direkte Berechnung nach DIN EN 1992-1-1, 7.3.2 + NA)				
Bewehrungsrichtung			x-Richtung	y-Richtung
Beton	Betongüte		C25/30	
	Betonzugfestigkeit	f_{ctm} [N/mm ²]	2,60	
	Festigkeitsentwicklung des Betons	r	< 0,5	
	Beiwert für Zeitpunkt Rissbildung	$k_{z,t}$ [%]	65	
	wirksame Zugfestigkeit	$f_{ct,eff}$ [N/mm ²]	1,69	
Bewehrung	Stahlsorte	B	B 500	
	Elastizitätsmodul	E_s [N/mm ²]	200.000	
		E_{cm} [N/mm ²]	31.000	
	Durchmesser	d_s/d_{sv} [mm]	12	12
	Stababstand	s [cm]	15,0	15,0
	Mattenbewehrung	(j / n)	n	n
	Querschnitt je Bauteilseite	$A_{s1}=A_{s2}$ [cm ² /m]	7,54	7,54
	Gesamtquerschnitt	vorh A_s [cm ² /m]	15,08	15,08
Abmessung	Betonüberdeckung	c_{nom} [cm]	3,5	4,7
	Bauteilhöhe	h [cm]	24,0	
	Betonquerschnitt	A_{ct} [cm ² /m]	2.400,0	
	Achsabstand Bewehrung	d_1 [cm]	4,1	5,3
	Wirkungstiefe Bewehrung	h_{eff} [cm]	10,6	12,0
	wirksame Betonzugfläche	$A_{c,eff}$ [cm ² /m]	2.120,0	2.400,0
Beiwerte	Spannungsverteilung innerhalb Zugzone	k_c	1,00	
	Verteilung Betonzug-spannungen	k	0,80	
	effektiver Bewehrungsgrad	$_{eff} \rho$	0,7%	0,6%
	geometrischer Bewehrungsgrad	ρ_{tot}	0,7%	0,6%
	Betonstahlspannung im Riss			
	$\sigma_s = k_c * k * f_{ct,eff} * A_c / A_s$		215,18	215,18
	mittlere Differenzdehnung Stahl - Beton	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0,065%	0,065%
	Maximaler Rissabstand	$s_{r,max}$ [mm]	424	424
Achtung bei Mattenbewehrung (DIN EN 1992-1-1-NA, 7.3.4(3)):				
	Rissabstand < doppelte Maschenweite	$s_{r,max}$ [mm] <	300	300
Vorhandene rechnerische Rissweite		w_k [mm]	0,274	0,274

Pos. EG_WA01 Stb-Außenwand Fahrzeughalle, Achse A

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/23C (FRILO R-2023-1/P07)

Berechnungsgrundlagen

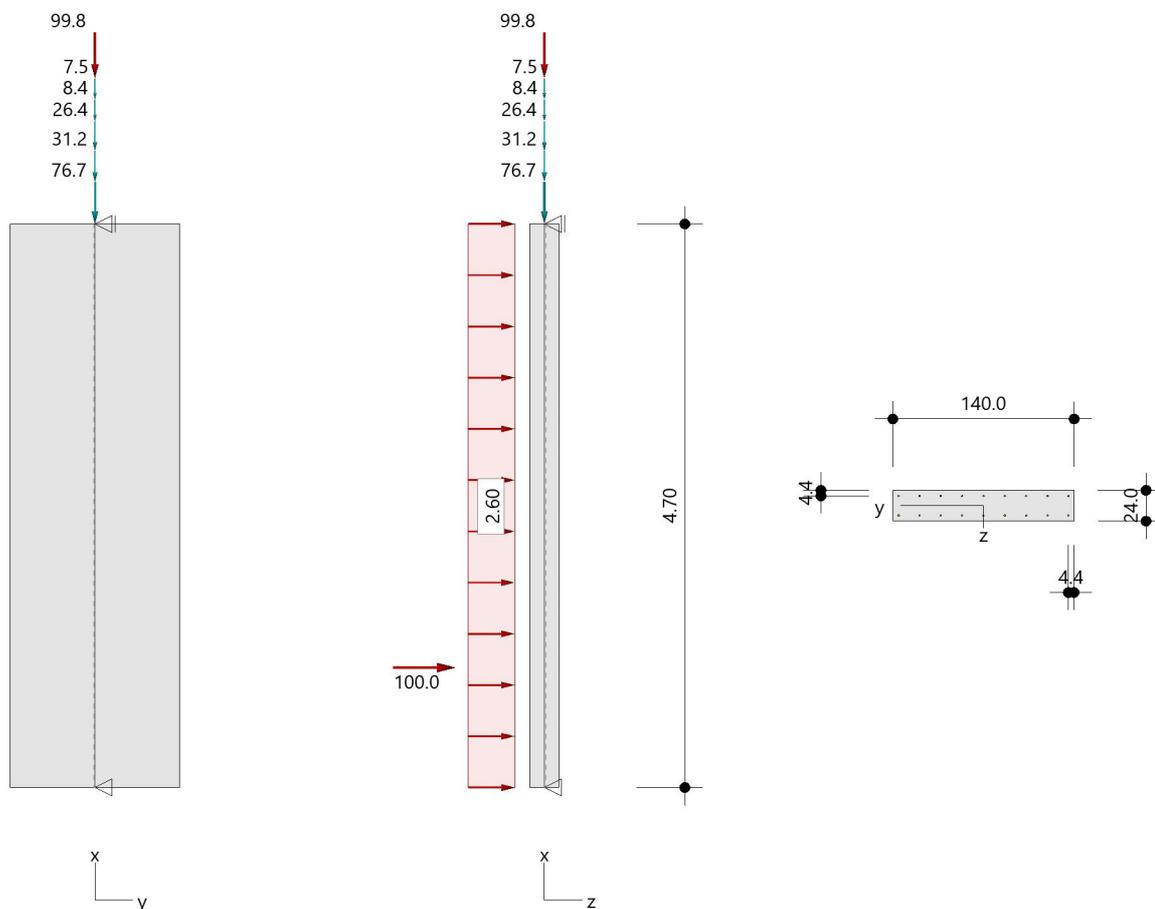
- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 63.0



Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	X0
Bewehrungskorrosion	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 12 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 12 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$
Bügel	$c_{min,b} = 12 \text{ mm} \quad *5$
Betondeckung	$c_{nom,b} = 22 \text{ mm} \quad *5$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 12 \text{ mm} \quad *5$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 34 \text{ mm} \quad *1$
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 22 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$

*1: mit $c_{min,b}$

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	
Endkriechzahl	$\phi(t_0, \infty) = 2.62$	

Materialauswahl

Beton C 25/30	$f_{ck} = 25.00 \text{ N/mm}^2$	$E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$
Betonstahl B500A	$f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$	$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$
	$k(f_t/f_y) = 1.05$	$\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$ Bügel und Längsbewehrung

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 $\alpha_{cc} = 0.85 \quad \alpha_{ct} = 0.85$			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm ²]	f_{ctd} [N/mm ²]	γ_s	f_{yd} [N/mm ²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm ²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52
außergewöhnlich	1.30	16.35	1.17	1.00	500.00	525.00

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützhöhe	l =	4.70 m
Querschnitt	b _y /d _z =	140.0/24.0 cm
	b ₁ /d ₁ =	4.4/4.4 cm
	Bewehrungsanordnung (kalt)	umfangsverteilt
	Bewehrungsanordnung (Brand)	wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	u _y [kN/m]	ϕ _z [kNm/rad]	u _z [kN/m]	ϕ _y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂	γ _{F,inf}	γ _{F,sup}
Kat. E: Lagerflächen	1.00	0.90	0.80		1.500
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.500
außergewöhnliche Einwirkungen ständig				1.000	1.000 1.350

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e _y [cm]	e _z [cm]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		76.7							ständig		
2	Stützenkopf		99.8							Kat. E		
4	Stützenkopf		31.2							ständig		
5	Stützenkopf		26.4							ständig		
6	Stützenkopf		8.4							ständig		
8	Stützenkopf		7.5							ständig		
7	Stütze	1.00				100.0				außergewöhnlich		

Verteilte Lasten

Nr.	Bauteil	Richtung	Abstand [m]	p _{Anf} [kN/m]	Länge [m]	p _{End} [kN/m]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
3	Stütze	in z		2.60	4.70	2.60	Wind		

Punktlasten (Stützeigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf	39.5								ständig		

Bezeichnungen der Lasten

- Last 1: E0_DA02
- Last 2: E0_DA02
- Last 3: Wandwindlast
- Last 4: Betonwand über Tor
- Last 5: Attika
- Last 6: Wandaufbau über Tor
- Last 7: Anprall
- Last 8: Wandaufbau

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegeline als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Die Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen (über Arbeitslinie Stahl, basierend auf $f_{ct,m}$) wird im GZG berücksichtigt
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Optionen für den Brandschutznachweis

- Nachzuweisende Feuerwiderstandsklasse: R30
- Brandangriff = gesamter Stützenumfang
- Der Nachweis wird in der außergewöhnlichen Bemessungssituation unter Beachtung von EN 1991-1-2, 4.3.1, geführt.
- Die Schiefstellung ist auf $\theta \leq 1/500$ begrenzt.
- Steifigkeitsabminderung für Bewehrungsgrade $\rho < 2.0\%$: $E_{\text{eff,cal}} = E_{\text{eff}} \cdot \sqrt{\rho/0.02}$
- Der Nachweis wird unter Berücksichtigung der thermischen Dehnungen geführt.

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min $N_{cr}/N = 1873,76$ in y- / $55,07$ in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2 ¹	LK 3	LK 4 ¹	LK 5	LK 6	LK 7 ¹	LK 8 ¹
Stützeigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.35	1.35	1.00	1.35	1.00
E0_DA02	1.35	1.00	1.00	1.35	1.35	1.00	1.35	1.00
E0_DA02	1.50		1.50		1.50	1.50		
Wandwindlast	1.50	1.50	1.50	1.50				
Betonwand über Tor	1.35	1.00	1.00	1.35	1.35	1.00	1.35	1.00
Attika	1.35	1.00	1.00	1.35	1.35	1.00	1.35	1.00
Wandaufbau über Tor	1.35	1.00	1.00	1.35	1.35	1.00	1.35	1.00
Anprall								
Wandaufbau	1.35	1.00	1.00	1.35	1.35	1.00	1.35	1.00

¹ : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda \leq \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ^∞	f_{red}
1	1	Schlanke Wand	4.70	4.70	11.6	67.8	54.8	54.8	1.1	1.1	2.623	0.683

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssit

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	Versagensart
1	4.70	-405.7	0.00	0.00	0.30	10.1 ¹	20.4	Querschnitt
	3.96	-405.7	8.08	-2.07	0.30	10.1 ¹	20.4	
	3.22	-405.7	13.47	-3.67	0.30	10.1 ¹	20.4	
	2.48	-405.7	15.74	-4.40	0.30	10.1 ¹	20.4	
	1.74	-405.7	14.60	-4.00	0.30	10.1 ¹	20.4	
	1.00	-405.7	10.27	-2.68	0.30	10.1 ¹	20.4	
	1.00	-405.7	10.27	-2.68	0.30	10.1 ¹	20.4	
	0.00	-405.7	0.00	0.00	0.30	10.1 ¹	20.4	

¹ : Mindestlängsbewehrung nach EN 1992-1-1, 9.6.2 (1)

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	4.70		0.0	0.00	9.2	0.00	1
			0.0	0.00	9.2	0.00	2
			0.0	0.00	9.2	0.00	4
			0.0	0.00	9.2	0.00	1
Fußpunkt	0.00	189.6	0.0	0.00	0.0	0.00	8
		405.7	0.0	0.00	9.2	0.00	1

Lager	Höhe [m]	$A_{d,y}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
		405.7	0.0	0.00	0.0	0.00	5
		189.6	0.0	0.00	9.2	0.00	2

Untersuchte Lastkombinationen (außergewöhnliche Bemessungssituation)

Last	LK 1 ¹	LK 2 ¹	LK 3 ¹	LK 4 ¹	LK 5 ¹
Stützeigengewicht	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E0_DA02	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E0_DA02	0.80		0.90		
Wandwindlast	0.20	0.20			
Betonwand über Tor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Attika	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Wandaufbau über Tor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Anprall	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Wandaufbau	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

¹ : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda \leq \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
2	1	Schlanke Wand	4.70	4.70	11.6	67.8	86.1	86.1	0.0	0.0	2.623	0.687

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (außergewöhnliche Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	Versagensart
2	4.70	-189.6	0.00	0.00	0.35	11.9	20.4	Querschnitt
	3.96	-189.6	16.51	0.00	0.35	11.9	20.4	
	3.22	-189.6	32.73	0.00	0.35	11.9	20.4	
	2.48	-189.6	48.67	0.00	0.35	11.9	20.4	
	1.74	-189.6	64.32	0.00	0.35	11.9	20.4	
	1.00	-189.6	79.69	0.00	0.35	11.9	20.4	
	1.00	-189.6	79.69	0.00	0.35	11.9	20.4	
	0.00	-189.6	0.00	0.00	0.35	11.9	20.4	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (außergewöhnlich)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,y}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	4.70		0.0	0.00	21.3	0.00	3
			0.0	0.00	22.5	0.00	2
Fußpunkt	0.00	189.6	0.0	0.00	0.0	0.00	5
		279.5	0.0	0.00	78.7	0.00	3
		189.6	0.0	0.00	79.9	0.00	2

Untersuchte Lastkombinationen (Bemessungssituation Brand)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4
Stützeigengewicht	1.00	1.00	1.00	1.00
E0_DA02	1.00	1.00	1.00	1.00
E0_DA02	0.80		0.80	
Wandwindlast	0.20	0.20		
Betonwand über Tor	1.00	1.00	1.00	1.00
Attika	1.00	1.00	1.00	1.00
Wandaufbau über Tor	1.00	1.00	1.00	1.00
Anprall				
Wandaufbau	1.00	1.00	1.00	1.00

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}^*$ [cm]	$e_{i,z}^*$ [cm]	ϕ^∞	f_{red}
1	1	Schlanke Wand	4.70	4.70	11.6	67.8	0.0	0.0	0.5	0.5	0.000	1.000

* Benutzervorgabe für anzusetzende Schiefstellung: 1/500

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	Versagensart
1	4.70	-269.5	0.00	0.00	0.61	20.4	20.4	Querschnitt
	3.96	-269.5	1.57	-0.60	0.61	20.4	20.4	
	3.22	-269.5	2.67	-1.06	0.61	20.4	20.4	
	2.48	-269.5	3.14	-1.27	0.61	20.4	20.4	
	1.74	-269.5	2.90	-1.16	0.61	20.4	20.4	
	1.00	-269.5	2.01	-0.77	0.61	20.4	20.4	
	1.00	-269.5	2.01	-0.77	0.61	20.4	20.4	
	0.00	-269.5	0.00	0.00	0.61	20.4	20.4	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (Brand)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	4.70		0.0	0.00	1.2	0.00	2
			0.0	0.00	1.2	0.00	2
			0.0	0.00	1.2	0.00	1
Fußpunkt	0.00	189.6	0.0	0.00	0.0	0.00	4
		269.5	0.0	0.00	1.2	0.00	1
		269.5	0.0	0.00	1.2	0.00	1
		269.5	0.0	0.00	0.0	0.00	3
		189.6	0.0	0.00	1.2	0.00	2

Auflagerreaktionen - charakteristische Werte (Th. I. O.) je Last

Lager	Höhe [m]	A_v [kN]	H_y [kN]	M_z [kNm]	H_z [kN]	M_y [kNm]	Last	Einwirkung
Abschnitt 1	4.70		0.0	0.00	6.1	0.00	Wandwindlast	Wind
			0.0	0.00	21.3	0.00	Anprall	außergewöhnlich
Fußpunkt	0.00	39.5	0.0	0.00	0.0	0.00	Stützeigengewicht	ständig
		76.7	0.0	0.00	0.0	0.00	E0_DA02	ständig
		99.8	0.0	0.00	0.0	0.00	E0_DA02	Kat. E
		0.0	0.0	0.00	6.1	0.00	Wandwindlast	Wind
		31.2	0.0	0.00	0.0	0.00	Betonwand über Tor	ständig
		26.4	0.0	0.00	0.0	0.00	Attika	ständig
		8.4	0.0	0.00	0.0	0.00	Wandaufbau über Tor	ständig
		0.0	0.0	0.00	78.7	0.00	Anprall	außergewöhnlich
7.5	0.0	0.00	0.0	0.00	Wandaufbau	ständig		

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen A_s [cm ²]
1	20.4

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2 ¹	LK 3	LK 4 ¹
Stützeigengewicht	1.00	1.00	1.00	1.00
E0_DA02	1.00	1.00	1.00	1.00
E0_DA02	1.00		1.00	
Wandwindlast	1.00	1.00		
Betonwand über Tor	1.00	1.00	1.00	1.00
Attika	1.00	1.00	1.00	1.00

Last	LK 1	LK 2 ¹	LK 3	LK 4 ¹
Wandaufbau über Tor Anprall	1.00	1.00	1.00	1.00
Wandaufbau	1.00	1.00	1.00	1.00

¹ : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda \leq \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = \infty$)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	f _y [cm]	f _z [cm]	f _{y,lim} [cm]	f _{z,lim} [cm]	η
1	4.70	-289.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.96	-289.4	3.85	0.00	0.0	0.01			
1	3.22	-289.4	6.27	0.00	0.0	0.03			
1	2.48	-289.4	7.25	0.00	0.0	0.03			
1	1.74	-289.4	6.78	0.00	0.0	0.03			
1	1.00	-289.4	4.87	0.00	0.0	0.02			
1	0.00	-289.4	0.00	0.00	0.0	0.0			

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = 0$)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	f _y [cm]	f _z [cm]	f _{y,lim} [cm]	f _{z,lim} [cm]	η
1	4.70	-289.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.96	-289.4	3.85	0.00	0.0	0.01			
1	3.22	-289.4	6.27	0.00	0.0	0.03			
1	2.48	-289.4	7.25	0.00	0.0	0.03			
1	1.74	-289.4	6.78	0.00	0.0	0.03			
1	1.00	-289.4	4.87	0.00	0.0	0.02			
1	0.00	-289.4	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = \infty$)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	φ _{eff}	ε _s [‰]	σ _s [N/mm ²]	σ _{s,lim} ¹ [N/mm ²]	η
1	4.70	-289.4	0.00	0.00	0.00	-0.027	-5.33	400.00	0.00
1	3.96	-289.4	3.85	0.00	0.00	-0.021	-4.23	400.00	0.00
1	3.22	-289.4	6.27	0.00	0.00	-0.018	-3.69	400.00	0.00
1	2.48	-289.4	7.25	0.00	0.00	-0.017	-3.41	400.00	0.00
1	1.74	-289.4	6.78	0.00	0.00	-0.018	-3.54	400.00	0.00
1	1.00	-289.4	4.87	0.00	0.00	-0.021	-4.10	400.00	0.00
1	0.00	-289.4	0.00	0.00	0.00	-0.027	-5.33	400.00	0.00

¹ : $\sigma_{s,lim} = 0,80 \cdot f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = 0$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ϵ_s [‰]	σ_s [N/mm ²]	$\sigma_{s,lim}^1$ [N/mm ²]	η
1	4.70	-289.4	0.00	0.00	0.00	-0.027	-5.33	400.00	0.00
1	3.96	-289.4	3.85	0.00	0.00	-0.021	-4.23	400.00	0.00
1	3.22	-289.4	6.27	0.00	0.00	-0.018	-3.69	400.00	0.00
1	2.48	-289.4	7.25	0.00	0.00	-0.017	-3.41	400.00	0.00
1	1.74	-289.4	6.78	0.00	0.00	-0.018	-3.54	400.00	0.00
1	1.00	-289.4	4.87	0.00	0.00	-0.021	-4.10	400.00	0.00
1	0.00	-289.4	0.00	0.00	0.00	-0.027	-5.33	400.00	0.00

¹ : $\sigma_{s,lim} = 0,80 \cdot f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2 ¹
Stützeineigengewicht	1.00	1.00
E0_DA02	1.00	1.00
E0_DA02	0.80	
Wandwindlast		
Betonwand über Tor	1.00	1.00
Attika	1.00	1.00
Wandaufbau über Tor	1.00	1.00
Anprall		
Wandaufbau	1.00	1.00

¹ : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda \leq \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϵ_c [‰]	σ_c [N/mm ²]	$\sigma_{c,lim}^1$ [N/mm ²]	vorh $f_{\phi,nl}$	erf $f_{\phi,nl}$	η
1	4.70	-269.5	0.00	0.00	-0.025	-0.78	-11.25	1.00		0.07
1	3.96	-269.5	0.00	0.00	-0.025	-0.78	-11.25	1.00		0.07
1	3.22	-269.5	0.00	0.00	-0.025	-0.78	-11.25	1.00		0.07
1	2.48	-269.5	0.00	0.00	-0.025	-0.78	-11.25	1.00		0.07
1	1.74	-269.5	0.00	0.00	-0.025	-0.78	-11.25	1.00		0.07
1	1.00	-269.5	0.00	0.00	-0.025	-0.78	-11.25	1.00		0.07
1	0.00	-269.5	0.00	0.00	-0.025	-0.78	-11.25	1.00		0.07

¹ : $\sigma_{c,lim} = 0,45 \cdot f_{c,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Gewählte Bewehrungsanordnung und Temperaturen nach 30 min

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm ²]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	f _{sy,θ} /f _{yk} [%]
Abschnitt 1	1	12	1.1	-65.6	-7.6	248	100
Bügel: 15Ø12 mm	2	12	1.1	65.6	-7.6	248	100
	3	12	1.1	65.6	7.6	248	100
	4	12	1.1	-65.6	7.6	248	100
	5	12	1.1	-49.5	-7.6	146	100
	6	12	1.1	-49.5	7.6	146	100
	7	12	1.1	-33.0	-7.6	146	100
	8	12	1.1	-33.0	7.6	146	100
	9	12	1.1	-16.5	-7.6	146	100
	10	12	1.1	-16.5	7.6	146	100
	11	12	1.1	0.0	-7.6	146	100
	12	12	1.1	0.0	7.6	146	100
	13	12	1.1	16.5	-7.6	146	100
	14	12	1.1	16.5	7.6	146	100
	15	12	1.1	33.0	-7.6	146	100
	16	12	1.1	33.0	7.6	146	100
	17	12	1.1	49.5	-7.6	146	100
	18	12	1.1	49.5	7.6	146	100
20.4							

Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. C _{nom,L} [cm]	erf. C _{nom,B} [cm]	vorh. C _{nom,L} [cm]	vorh. C _{nom,B} [cm]
Abschnitt 1	3.4	2.2	3.8	2.6

Temperaturverteilung im Querschnitt

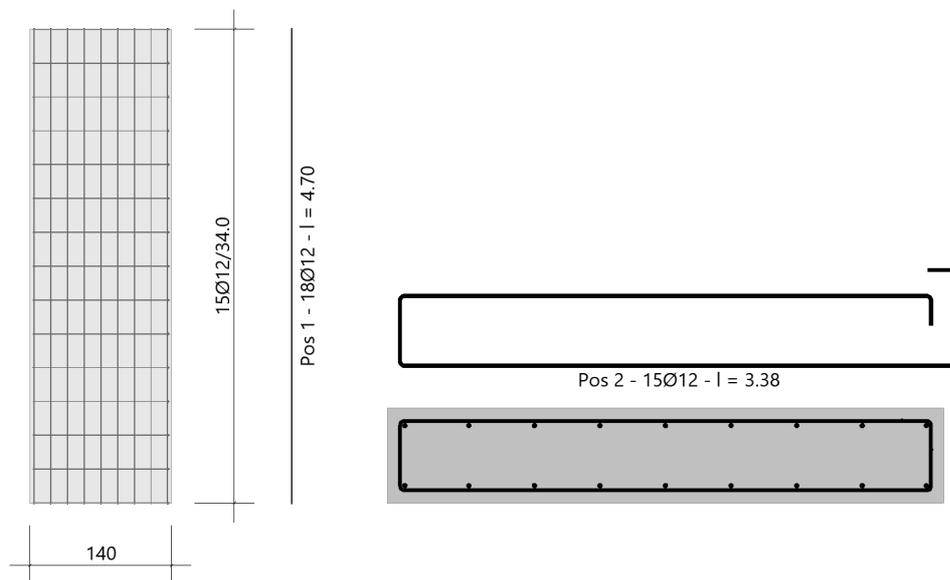
Wärmeübergangskoeffizient	α =	25.0 W/(m ² K)
Wärmeübergangskoeffizient unbeflammt	α _c =	5.0 W/(m ² K)
Emissivität	ε _m =	0.70
Betonfeuchte	u =	3.0 %
Wärmeleitfähigkeit	λ =	obere Grenze
Rohdichte	ρ =	2400 kg/m ³
Elementgröße	d _{Elem} =	0.9 cm
Betonzuschlag	=	quarzitisch
Betonstahl	=	kaltgewalzt
Thermische Leitfähigkeit des Stahls	=	vernachlässigt

Temperaturfeld Rechteck 140x24 t=30min



Bewehrungsbilder

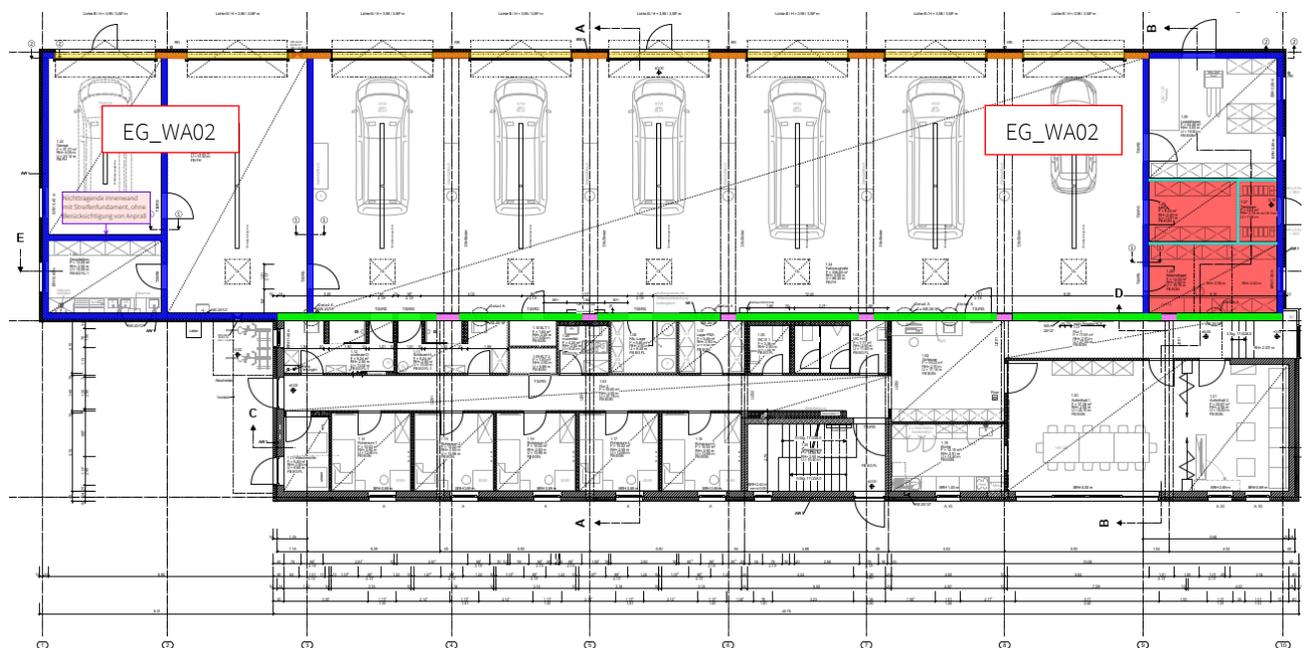
Maßstab 1:75



5.2.3 Pos. EG_WA02 MW-Wand, d = 24 cm, FZH

Es folgt die Bemessung der Mauerwerkswände $h = 24 \text{ cm}$ im Bereich der Fahrzeughalle (blau). Diese eingeschossige Mauerwerkswand dient dem Lastabtrag des Trapezblechs (Pos. EG_DA01). Aufgrund der Gesamthöhe der Wand wird es zwei umlaufende Ringbalken zur horizontalen Halterung der Mauerwerkswände geben. Ein Ringbalken am Wandkopf für alle Wände der Position EG_WA02 und ein Ringbalken auf Höhe der Geschossdecke EG-Sozialtrakt (Pos. EG_DE01). Im Bereich der Achse 8-10 wird der Ringbalken nicht auf Höhe der Geschossdecke EG-Sozialtrakt, sondern auf Höhe der Lagerraumdecke (Pos. EG_DE04) hergestellt.

Auszug Architekturplan



Geometrie/Material

Mauerwerk	Poroton-Hochlochziegel-Plan-T - 24,0 - 20 - 1,2 - 12DF - DM
Steinfestigkeitsklasse	20
Rohdichteklasse	1,2
Mörtelausführung	Dünnbettmörtel
Wanddicke	$h = 24 \text{ cm}$
lichte Höhen (Ringanker)	$H_{EG} = 3,11 \text{ m}$ $H_{OG} = 1,95 \text{ m}$
Abmessungen Ringbalken	$b_{EG} = 24 \text{ cm}, h = 20 \text{ cm}, C25/30 \text{ XC1}, W0$ $b_{OG} = 24 \text{ cm}, h = 24 \text{ cm}, C25/30 \text{ XC1}, W0$

Lastannahmen

Ständige Lasten:

Eigenlasten programmintern	Wichte Mauerwerk 12 kN/m^3		
Eigenlast Dach mit PV-Anlage	$1,0 \text{ kN/m}^2 \times 5,5 \text{ m} \times 1,25 =$	$g_k = 6,90$	kN/m
Attika (nur Außenwände)	$25 \text{ kN/m}^2 \times 0,24 \text{ m} \times 1,0 \text{ m} =$	$g_k = 6,00$	kN/m

Nutzlasten:

Unterhanglast (abgehängte Decke)	$0,5 \text{ kN/m}^2 \times 5,5 \text{ m} =$	$q_k = 2,80$	kN/m
Kiesschüttung	$1,5 \text{ kN/m}^2 \times 5,5 \text{ m} \times 1,25 =$	$q_k = 10,3$	kN/m

Schnee:

Schnee inkl. Schneesack	$2,04 \text{ kN/m}^2 \times 5,5 \text{ m} \times 1,25 =$	$s_k = 14,0$	kN/m
-------------------------	----------------------------------------------------------	--------------	------

Länge Schneekeil: $l_s = 5,0 \text{ m}$

Windlasten:

Windlasten	$0,12 \text{ kN/m}^2 \times 5,5 \text{ m} \times 1,25 =$	$w_k = 0,85$	kN/m
Wind Bereich B		$w_k = 0,47$	kN/m ²

Bemessung

Alle GZT und GZG Nachweise gemäß nachfolgendem Frilo-Ausdruckprotokoll.

Pos. EG_WA02.1 MW-Innenwand FZH, d = 24 cm

Mauerwerk mehrgeschossig (x64) MWM+ 02/23 (FRILO R-2023-2/P04)

Grundparameter

Norm und Sicherheitskonzept

- Bemessungsnorm: DIN EN 1996-1-1/NA:2019-12
- Nachweisverfahren: genaues Verfahren

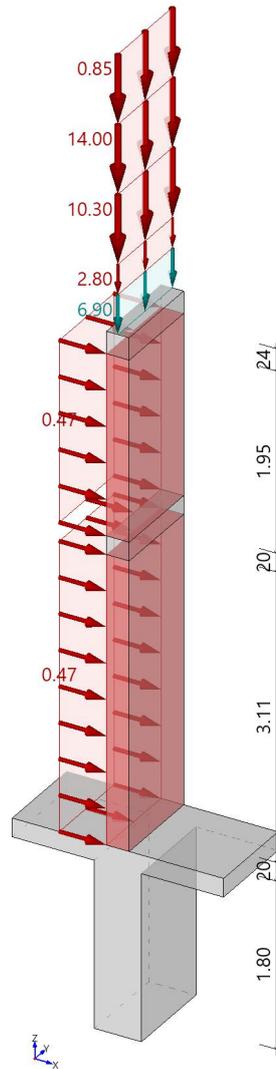
Allgemeines

- Abminderung der Knicklänge
- Stoßfugen unvermörtelt

System

Systemgrafiken

Systemgrafik 3D
Maßstab 1 : 70



Materialkennwerte

MatNr.	Typ	Stfk	MG	RDK	Bezeichnung	f_k [N/mm ²]	f_b [N/mm ²]	f_m [N/mm ²]	f_{vk0} [N/mm ²]	γ	ϕ_∞ [kN/m ³]
1	MZ 20	DM	1.2	Poroton-Plan-T1,2 (d=17,5/24 cm)-20-1,2-DM		8.50	25.00	10.00	0.11	13.00	1.0

Typ : MZ ... Mauerziegel, KS ... Kalksandstein, B ... Normalbeton, LB ... Leichtbeton, PB ... Porenbeton
 Stfk : Druckfestigkeitsklasse der Mauersteine
 MG : Mörtelgruppe nach DIN V 20000-412
 RDK : Rohdichteklasse
 ϕ_∞ : Endkriechzahl

zusätzliche Materialkennwerte

MatNr.	f_{bt} [N/mm ²]	k_{fvk}	l_u [cm]	h_u [cm]	l_{ov}/h_u	Bemerkung
1	0.65	1.00	0.0	0.0	0.00	Zulassung: Z-17.1-1108

f_{bt} : rechnerische Steinzugfestigkeit
 k_{fvk} : zusätzlicher Abminderungsfaktor Haftscherfestigkeit
 l_u : Steinlänge (nur bei Planelementen)
 h_u : Steinhöhe (nur bei Planelementen)
 l_{ov}/h_u : Überbindemaß (nur bei Planelementen)

Wände

Eb.	Typ	MatNr.	Lagerung	h_s [m]	d_0 [cm]	l_0 [m]	b/b' [m]	g_0 [kN/m ²]	g_z [kN/m ²]
2	einschalige Außenwand	1	zweiseitig	1.95	24.0	1.00		3.12	0.00
1	einschalige Außenwand	1	vierseitig	3.11	24.0	1.00	1.24	3.12	1.00

Eb. : Ebene, unterste Wand = 1
 h_s : lichte Wandhöhe
 d_0 : Wanddicke bzw. Dicke der Tragschicht bei mehrschichtigem Wandaufbau
 l_0 : rechnerische Wandlänge
 b/b' : Abstand der aussteifenden Wände
 g_0 : Wandeigengewicht
 g_z : Eigengewichtszuschlag für Putz, Wandverkleidung etc.

Geschossdecken

Eb.	Typ	E-Modul [N/mm ²]	d_0 Seite [cm]	l [m]	b [m]	g_k [kN/m ²]	Lagerung
2	Ringbalken	-	-	-	-	-	-
1	Ringbalken	-	-	-	-	-	-

Typ : Deckenart (einseitig/beidseitig)
 d_0 : Dicke der Geschossdecke
 l : Spannweite
 b : Einflussbreite der Geschossdecke
 g_k : Deckengewicht einschließlich Zusatzlast

Lasten

Einwirkungen

Typ	Name	γ_{sup}	γ_{inf}	ψ_0	ψ_1	ψ_2
G	ständig	1.35	1.00	–	–	–
Q	Kat. H: Dächer	1.50	–	0.00	0.00	0.00
Q	Schnee H < 1000 m	1.50	–	0.50	0.20	0.00
Q	Windlasten	1.50	–	0.60	0.20	0.00

Typ : Typ der Einwirkung, G ... ständig, Q ... veränderl., A ... außergewöhnlich

γ_{sup} : oberer Wert des Teilsicherheitsfaktors

γ_{inf} : unterer Wert des Teilsicherheitsfaktors

ψ_0 : Kombinationsbeiwert der veränderlichen Einwirkung

ψ_1 : Beiwert für häufige Werte veränderlicher Einwirkungen

ψ_2 : Beiwert für quasi-ständige Werte veränderlicher Einwirkungen

Vertikale Wandlasten

Nr.	Eb.	Typ	g_0 [kN/m]	q_0 Einwirkung [kN/m]
1	2	Gleichlast	6.90	2.80 Kat. H: Dächer
2	2	Gleichlast	0.00	10.30 Kat. H: Dächer
3	2	Gleichlast	0.00	14.00 Schnee H < 1000 m
4	2	Gleichlast	0.00	0.85 Windlasten

Eb. : Ebene, unterste Wand = 1

g_0 : ständiger Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang)

q_0 : veränderlicher Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang)

Einwirkung : Einwirkung des veränderlichen Lastanteils

Horizontale Wandlasten

Nr.	Eb.	Typ	g_0 [kN/m ²]	q_0 Einwirkung [kN/m ²]
5	2	Gleichlast	0.00	0.47 Windlasten
6	1	Gleichlast	0.00	0.47 Windlasten

Eb. : Ebene, unterste Wand = 1

g_0 : ständiger Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang)

q_0 : veränderlicher Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang)

Einwirkung : Einwirkung des veränderlichen Lastanteils

Ergebnisse

Lastfallkombinationen

Lastkombination nach EN 1990, Gl. (6.10 a/b)

Eb.	Nr.	Typ	K ₀	K ₂	K ₅	zugehörige Last
2	1	Gv	1.35	1.00	1.00	Gv (Last 1)
	2	Qv	0.00	0.00	0.00	Lasten 1,2
	3	Qv	0.90	0.00	0.00	Last 4
	4	Qv	1.50	0.00	0.00	Last 3
	5	Qh	0.00	1.50	1.00	QH Horizontallast auf Wand 2 Last 5
	6	Qh	0.00	0.00	0.00	QH Horizontallast auf Wand 1 Last 6
1	1	Gv	1.35	1.00	1.00	Gv (Last 1)
	2	Qv	0.00	0.00	0.00	Lasten 1,2
	3	Qv	0.90	0.00	0.00	Last 4
	4	Qv	1.50	0.00	0.00	Last 3
	5	Qh	0.00	0.00	0.00	QH Horizontallast auf Wand 2 Last 5
	6	Qh	0.00	1.50	1.00	QH Horizontallast auf Wand 1 Last 6

Gv: ständige Anteile vertikaler Lasten

Qv: veränderliche Anteile vertikaler Lasten

Qh: veränderliche Anteile horizontaler Lasten

Typ : Lastfallart

K₀ : DrucknachweisK₂ : Nachweis PlattenschubK₅ : Nachweis klaffende Fuge in Dickenrichtung (Begrenzung der Exzentrizität)

Schnittgrößen

E-Modul: $E = K_E \cdot f_k$ (K_E abhg. von Mauersteinart, Rechenwert nach Tab. NA.12, DIN EN 1996:2019)

Eb.	Kombination	z [m]	N _{Edz} [kN/m]	M _{Edy} [kNm/m]	V _{Edx} [kN/m]
2	K ₀	1.95	31.08	0.00	0.00
		1.63	32.45	0.00	0.00
		1.30	33.82	0.00	0.00
		0.98	35.19	0.00	0.00
		0.65	36.56	0.00	0.00
		0.33	37.92	0.00	0.00
		0.00	39.29	0.00	0.00
	K ₂	1.95	6.90	0.00	-0.61
		1.63	7.91	0.16	-0.38
		1.30	8.93	0.25	-0.15
		0.98	9.94	0.26	0.08
		0.65	10.96	0.20	0.31
		0.33	11.97	0.06	0.54
		0.00	12.98	-0.15	0.77
	K ₅	1.95	6.90	0.00	-0.41
		1.63	7.91	0.11	-0.25
		1.30	8.93	0.16	-0.10
		0.98	9.94	0.17	0.05

Eb.	Kombination	z [m]	N _{Edz} [kN/m]	M _{Edy} [kNm/m]	V _{Edx} [kN/m]
		0.65	10.96	0.13	0.20
		0.33	11.97	0.04	0.36
		0.00	12.98	-0.10	0.51
1	K ₀	3.11	39.29	0.00	0.00
		2.59	42.18	0.00	0.00
		2.07	45.06	0.00	0.00
		1.56	47.94	0.00	0.00
		1.04	50.83	0.00	0.00
		0.52	53.71	0.00	0.00
		0.00	56.59	0.00	0.00
	K ₂	3.11	12.98	-0.31	-0.97
		2.59	15.12	0.10	-0.61
		2.07	17.26	0.32	-0.24
		1.56	19.39	0.35	0.12
		1.04	21.53	0.19	0.49
		0.52	23.66	-0.16	0.86
		0.00	25.80	-0.70	1.22
	K ₅	3.11	12.98	-0.21	-0.65
		2.59	15.12	0.07	-0.40
		2.07	17.26	0.21	-0.16
		1.56	19.39	0.23	0.08
		1.04	21.53	0.13	0.33
		0.52	23.66	-0.11	0.57
		0.00	25.80	-0.47	0.81

z : Höhengschnitt, gemessen vom Wandfuß

N_{Edz} : Normalkraft aus vertikalen Lasten (Druckkraft positiv)M_{Edy} : Biegemoment infolge PlattenbeanspruchungV_{Edx} : Querkraft infolge Plattenbeanspruchung

Begrenzung der planmäßigen Exzentrizität

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, nach NCI zu 7.2

Eb.	z [m]	e _d [cm]	zul e _d [cm]	η
2	1.95	0.0	8.0	0.00
	1.14	1.9	8.0	0.23
	0.98	1.7	8.0	0.22
	0.00	0.8	8.0	0.10
1	3.11	1.6	8.0	0.20
	1.81	1.3	8.0	0.16

Eb.	z [m]	e _d [cm]	zul e _d [cm]	η
	1.56	1.2	8.0	0.15
	0.00	1.8	8.0	0.23

Eb. : Ebene, unterste Wand = 1
 z : Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt
 e_d : max. Exzentrizität in Wanddickenrichtung (Betrag)
 zul e_d : zulässige Exzentrizität in Wanddickenrichtung
 η : Auslastung

Nachweis bei (ex-)zentr. Druckbeanspruchung

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, Abs. 6.1.2

Bemessungswert der Mauerwerksdruckfestigkeit $f_d = 4.82 \text{ N/mm}^2$

Eb.	z [m]	y [m]	h _{ef} [m]	t _{cal} [cm]	N _{Ed} [kN/m]	e _d [cm]	e _{init} [cm]	Φ _{i/m}	N _{Rd} [kN/m]	η
2	1.95	0.50	1.46	24.0	31.08	0.0	0.0	0.90	1040.40	0.03
	0.98	0.50		24.0	35.19	0.0	0.3	0.88	1016.99	0.03
	0.00	0.50		24.0	39.29	0.0	0.0	0.90	1040.40	0.04
1	3.11	0.50	0.62	24.0	39.29	0.0	0.0	0.90	1040.40	0.04
	1.56	0.50		24.0	47.94	0.0	0.1	0.90	1040.40	0.05
	0.00	0.50		24.0	56.59	0.0	0.0	0.90	1040.40	0.05

z : Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt
 y : Vertikalschnitt, gemessen vom Wandanfang (y=0)
 h_{ef} : Knicklänge
 t_{cal} : rechnerische Wanddicke
 N_{Ed} : Bemessungswert der einwirkenden Drucknormalkraft
 e_d : planmäßige Ausmitte in Wanddickenrichtung infolge Lasten (inkl. e_h)
 e_{init} : ungewollte Ausmitte in Wanddickenrichtung
 Φ_{i/m} : Abminderungsfaktor infolge Lastausmitte und Schlankheit (Φ_i für Wandkopf/-Fuß, Φ_m für Wandmitte)
 N_{Rd} : Bemessungswert der aufnehmbaren Drucknormalkraft
 η : Auslastung

Schubnachweis – Plattenschub

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, Abs. 6.2

Eb.	z [m]	y [m]	V_{Ed} [kN/m]	d_c [cm]	σ_d [N/mm ²]	f_{vk0} [N/mm ²]	f_{vd} [N/mm ²]	V_{Rd} [kN/m]	η
2	1.95	0.50	0.61	24.0	0.03	0.11	0.11	17.48	0.03
	0.98	0.50	0.08	24.0	0.04		0.11	18.30	0.00
	0.00	0.50	0.77	24.0	0.05		0.12	19.11	0.04
1	3.11	0.50	0.97	24.0	0.05	0.11	0.12	19.11	0.05
	1.56	0.50	0.12	24.0	0.08		0.13	20.82	0.01
	0.00	0.50	1.22	24.0	0.11		0.14	22.52	0.05

z : Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt
 y : Vertikalschnitt, gemessen vom Wandanfang ($y=0$)
 V_{Ed} : Bemessungswert der Querkraft
 d_c : überdrückte Wanddicke
 σ_d : mittlere Druckspannung
 f_{vk0} : charakteristische Haftscherfestigkeit
 f_{vd} : Bemessungswert der Schubfestigkeit
 V_{Rd} : Bemessungswert der aufnehmbaren Querkraft
 η : Auslastung

Pos. EG_WA02.2 MW-Außenwand FZH, $d = 24 \text{ cm}$

Mauerwerk mehrgeschossig (x64) MWM+ 01/23 (FRILO R-2023-1/P06)

Norm und Sicherheitskonzept

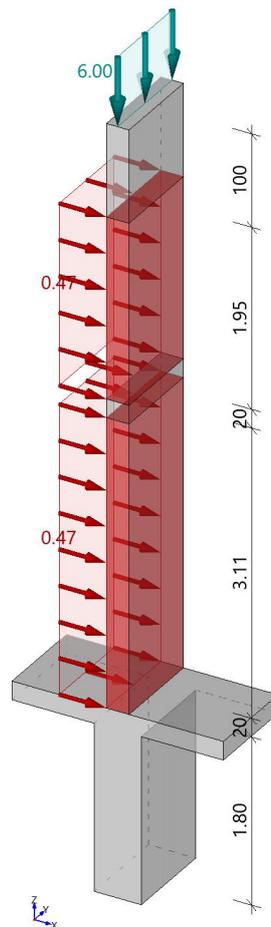
- Bemessungsnorm: DIN EN 1996-1-1/NA:2019-12
- Nachweisverfahren: genaues Verfahren

Allgemeines

- Abminderung der Knicklänge
- Stoßfugen unvermörtelt

Systemgrafiken

Systemgrafik 3D
Maßstab 1 : 70



Materialkennwerte

MatNr.	Typ	Stfk	MG	RDK	Bezeichnung	f_k [N/mm ²]	f_b [N/mm ²]	f_m [N/mm ²]	f_{vk0} [N/mm ²]	γ	ϕ_{∞}
1	MZ	20	DM	1.2	Poroton-Plan-T1,2 (d=17,5/24 cm)-20-1,2-DM	8.50	25.00	10.00	0.11	13.00	1.0

Typ : MZ ... Mauerziegel, KS ... Kalksandstein, B ... Normalbeton, LB ... Leichtbeton, PB ... Porenbeton
 Stfk : Druckfestigkeitsklasse der Mauersteine
 MG : Mörtelgruppe nach DIN V 20000-412
 RDK : Rohdichteklasse
 ϕ_{∞} : Endkriechzahl

zusätzliche Materialkennwerte

MatNr.	f_{bt} [N/mm ²]	k_{fvk}	l_u [cm]	h_u [cm]	l_{ov}/h_u	Bemerkung
1	0.65	1.00	0.0	0.0	0.00	Zulassung: Z-17.1-1108

f_{bt} : rechnerische Steinzugfestigkeit
 k_{fvk} : zusätzlicher Abminderungsfaktor Haftscherfestigkeit
 l_u : Steinlänge (nur bei Planelementen)
 h_u : Steinhöhe (nur bei Planelementen)
 l_{ov}/h_u : Überbindemaß (nur bei Planelementen)

Wände

Eb.	Typ	MatNr.	Lagerung	h_s [m]	d_0 [cm]	l_0 [m]	b/b' [m]	g_0 [kN/m ²]	g_z [kN/m ²]
2	einschalige Außenwand	1	zweiseitig	1.95	24.0	1.00		3.12	0.00
1	einschalige Außenwand	1	vierseitig	3.11	24.0	1.00	1.24	3.12	1.00

Eb. : Ebene, unterste Wand = 1
 h_s : lichte Wandhöhe
 d_0 : Waddicke bzw. Dicke der Tragschicht bei mehrschichtigem Wandaufbau
 l_0 : rechnerische Wandlänge
 b/b' : Abstand der aussteifenden Wände
 g_0 : Wandeigengewicht
 g_z : Eigengewichtszuschlag für Putz, Wandverkleidung etc.

Geschossdecken

Eb.	Typ	E-Modul [N/mm ²]	d_0 Seite [cm]	l [m]	b [m]	g_k Lagerung [kN/m ²]
2	Ringbalken	-	-	-	-	-
1	Ringbalken	-	-	-	-	-

Typ : Deckenart (einseitig/beidseitig)
 d_0 : Dicke der Geschossdecke
 l : Spannweite
 b : Einflussbreite der Geschossdecke
 g_k : Deckengewicht einschließlich Zusatzlast

Einwirkungen

Typ	Name	γ_{sup}	γ_{inf}	ψ_0	ψ_1	ψ_2
G	ständig	1.35	1.00	–	–	–
Q	Windlasten	1.50	–	0.60	0.20	0.00

Typ : Typ der Einwirkung, G ... ständig, Q ... veränderl., A ... außergewöhnlich

γ_{sup} : oberer Wert des Teilsicherheitsfaktors

γ_{inf} : unterer Wert des Teilsicherheitsfaktors

ψ_0 : Kombinationsbeiwert der veränderlichen Einwirkung

ψ_1 : Beiwert für häufige Werte veränderlicher Einwirkungen

ψ_2 : Beiwert für quasi-ständige Werte veränderlicher Einwirkungen

Vertikale Wandlasten

Nr.	Eb.	Typ	g_0 [kN/m]	q_0 Einwirkung [kN/m]
1	2	Gleichlast	6.00	0.00 Kat. A: Wohngebäude

Eb. : Ebene, unterste Wand = 1

g_0 : ständiger Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang)

q_0 : veränderlicher Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang)

Einwirkung : Einwirkung des veränderlichen Lastanteils

Horizontale Wandlasten

Nr.	Eb.	Typ	g_0 [kN/m ²]	q_0 Einwirkung [kN/m ²]
2	2	Gleichlast	0.00	0.47 Windlasten
3	1	Gleichlast	0.00	0.47 Windlasten

Eb. : Ebene, unterste Wand = 1

g_0 : ständiger Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang)

q_0 : veränderlicher Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang)

Einwirkung : Einwirkung des veränderlichen Lastanteils

Lastfallkombinationen

Lastkombination nach EN 1990, Gl. (6.10 a/b)

Eb.	Nr.	Typ	K ₀	K ₂	K ₅	zugehörige Last
2	1	Gv	1.35	1.00	1.00	Gv (Last 1)
	2	Qh	0.00	1.50	1.00	QH Horizontallast auf Wand 2 Last 2
	3	Qh	0.00	0.00	0.00	QH Horizontallast auf Wand 1 Last 3
1	1	Gv	1.35	1.00	1.00	Gv (Last 1)
	2	Qh	0.00	0.00	0.00	QH Horizontallast auf Wand 2 Last 2
	3	Qh	1.50	1.50	1.00	QH Horizontallast auf Wand 1 Last 3

Gv: ständige Anteile vertikaler Lasten

Qh: veränderliche Anteile horizontaler Lasten

Typ : Lastfallart

K₀ : DrucknachweisK₂ : Nachweis PlattenschubK₅ : Nachweis klaffende Fuge in Dickenrichtung (Begrenzung der Exzentrizität)

Schnittgrößen

E-Modul: $E = K_E \cdot f_k$ (K_E abhg. von Mauersteinart, Rechenwert nach Tab. NA.12, DIN EN 1996:2019)

Eb.	Kombination	z [m]	N _{Edz} [kN/m]	M _{Edy} [kNm/m]	V _{Edx} [kN/m]
2	K ₀	1.95	8.10	0.00	0.00
		1.63	9.47	0.00	0.00
		1.30	10.84	0.00	0.00
		0.98	12.21	0.00	0.00
		0.65	13.58	0.00	0.00
		0.33	14.94	0.00	0.00
		0.00	16.31	0.00	0.00
		K ₂	K ₂	1.95	6.00
1.63	7.01			0.16	-0.38
1.30	8.03			0.25	-0.15
0.98	9.04			0.26	0.08
0.65	10.06			0.20	0.31
0.33	11.07			0.06	0.54
0.00	12.08			-0.15	0.77
K ₅	K ₅			1.95	6.00
		1.63	7.01	0.11	-0.25
		1.30	8.03	0.16	-0.10
		0.98	9.04	0.17	0.05
		0.65	10.06	0.13	0.20
		0.33	11.07	0.04	0.36
		0.00	12.08	-0.10	0.51
		1	K ₀	3.11	16.31
2.59	19.20			0.10	-0.61
2.07	22.08			0.32	-0.24
1.56	24.96			0.35	0.12

Eb.	Kombination	z [m]	N _{Edz} [kN/m]	M _{Edy} [kNm/m]	V _{Edx} [kN/m]
		1.04	27.85	0.19	0.49
		0.52	30.73	-0.16	0.86
		0.00	33.61	-0.70	1.22
	K2	3.11	12.08	-0.31	-0.97
		2.59	14.22	0.10	-0.61
		2.07	16.36	0.32	-0.24
		1.56	18.49	0.35	0.12
		1.04	20.63	0.19	0.49
		0.52	22.76	-0.16	0.86
		0.00	24.90	-0.70	1.22
	K5	3.11	12.08	-0.21	-0.65
		2.59	14.22	0.07	-0.40
		2.07	16.36	0.21	-0.16
		1.56	18.49	0.23	0.08
		1.04	20.63	0.13	0.33
		0.52	22.76	-0.11	0.57
		0.00	24.90	-0.47	0.81

z : Höhenschnitt, gemessen vom Wandfuß

N_{Edz} : Normalkraft aus vertikalen Lasten (Druckkraft positiv)M_{Edy} : Biegemoment infolge PlattenbeanspruchungV_{Edx} : Querkraft infolge Plattenbeanspruchung

Begrenzung der planmäßigen Exzentrizität

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, nach NCI zu 7.2

Eb.	z [m]	e _d [cm]	zul e _d [cm]	η
2	1.95	0.0	8.0	0.00
	1.30	2.1	8.0	0.26
	0.98	1.9	8.0	0.24
	0.00	0.8	8.0	0.11
1	3.11	1.7	8.0	0.21
	1.81	1.4	8.0	0.17
	1.56	1.3	8.0	0.16
	0.00	1.9	8.0	0.23

Eb. : Ebene, unterste Wand = 1

z : Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt

e_d : max. Exzentrizität in Wanddickenrichtung (Betrag)zul e_d : zulässige Exzentrizität in Wanddickenrichtung

η : Auslastung

Nachweis bei (ex-)zentr. Druckbeanspruchung

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, Abs. 6.1.2

Bemessungswert der Mauerwerksdruckfestigkeit $f_d = 4.82 \text{ N/mm}^2$

Eb.	z [m]	y [m]	h_{ef} [m]	t_{cal} [cm]	N_{Ed} [kN/m]	e_d [cm]	e_{init} [cm]	$\Phi_{i/m}$	N_{Rd} [kN/m]	η
2	1.95	0.50	1.46	24.0	8.10	0.0	0.0	0.90	1040.40	0.01
	0.98	0.50		24.0	12.21	0.0	0.3	0.88	1016.99	0.01
	0.00	0.50		24.0	16.31	0.0	0.0	0.90	1040.40	0.02
1	3.11	0.50	0.62	24.0	16.31	1.9	0.0	0.84	973.24	0.02
	1.81	0.50		24.0	23.52	-1.5	0.1	0.86	996.32	0.02
	1.56	0.50		24.0	24.96	-1.4	0.1	0.87	1008.12	0.02
	0.00	0.50		24.0	33.61	2.1	0.0	0.83	956.06	0.04

z : Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt
 y : Vertikalschnitt, gemessen vom Wandanfang ($y=0$)
 h_{ef} : Knicklänge
 t_{cal} : rechnerische Wanddicke
 N_{Ed} : Bemessungswert der einwirkenden Drucknormalkraft
 e_d : planmäßige Ausmitte in Wanddickenrichtung infolge Lasten (inkl. e_h)
 e_{init} : ungewollte Ausmitte in Wanddickenrichtung
 $\Phi_{i/m}$: Abminderungsfaktor infolge Lastausmitte und Schlankheit (Φ_i für Wandkopf/-Fuß, Φ_m für Wandmitte)
 N_{Rd} : Bemessungswert der aufnehmbaren Drucknormalkraft
 η : Auslastung

Schubnachweis – Plattenschub

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, Abs. 6.2

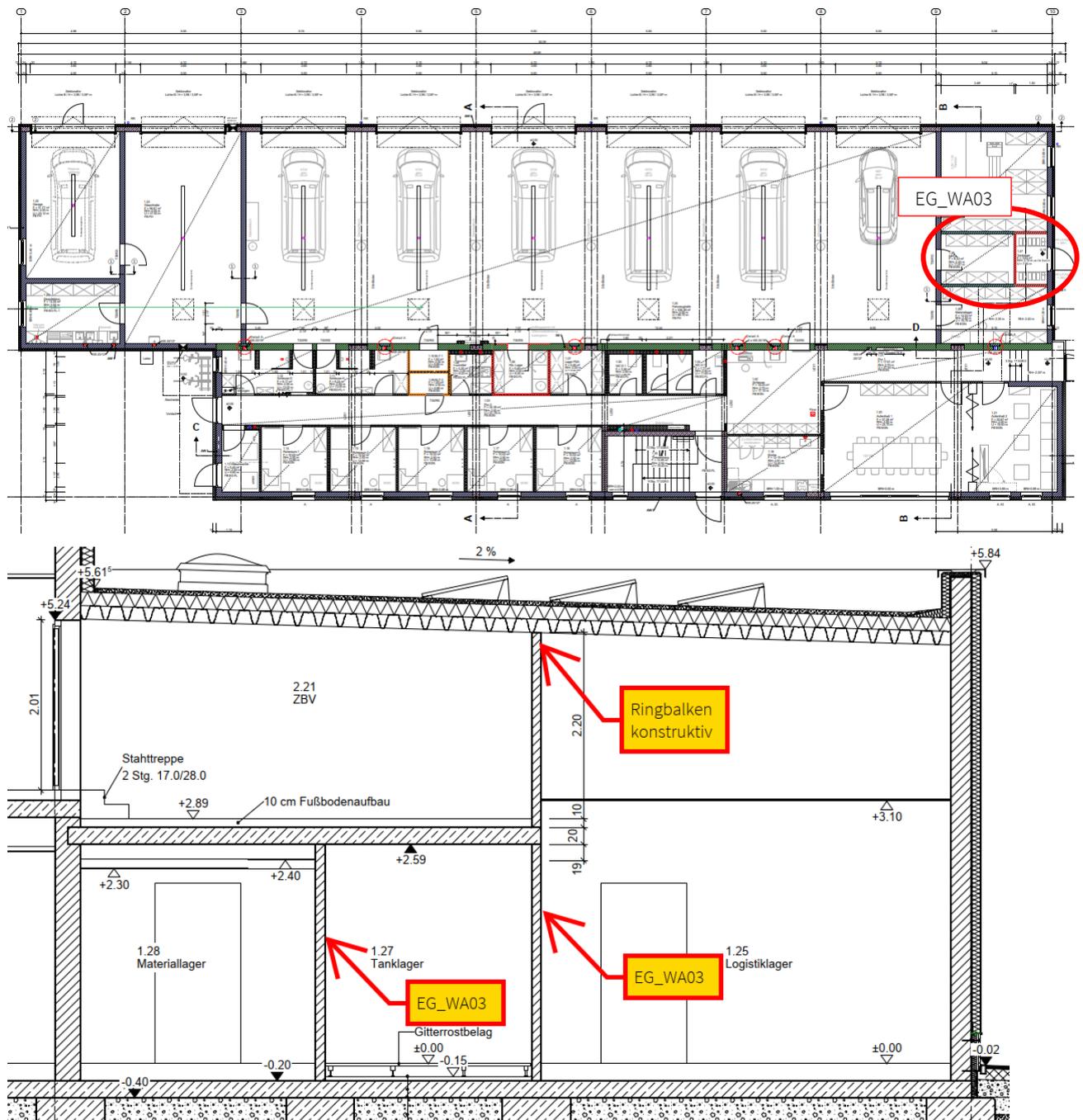
Eb.	z [m]	y [m]	V_{Ed} [kN/m]	d_c [cm]	σ_d [N/mm ²]	f_{vk0} [N/mm ²]	f_{vd} [N/mm ²]	V_{Rd} [kN/m]	η
2	1.95	0.50	0.61	24.0	0.02	0.11	0.11	17.24	0.04
	0.98	0.50	0.08	24.0	0.04		0.11	18.06	0.00
	0.00	0.50	0.77	24.0	0.05		0.12	18.87	0.04
1	3.11	0.50	0.97	24.0	0.05	0.11	0.12	18.87	0.05
	1.56	0.50	0.12	24.0	0.08		0.13	20.58	0.01
	0.00	0.50	1.22	24.0	0.10		0.14	22.28	0.05

z : Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt
 y : Vertikalschnitt, gemessen vom Wandanfang ($y=0$)
 V_{Ed} : Bemessungswert der Querkraft
 d_c : überdrückte Wanddicke
 σ_d : mittlere Druckspannung
 f_{vk0} : charakteristische Haftscherfestigkeit
 f_{vd} : Bemessungswert der Schubfestigkeit
 V_{Rd} : Bemessungswert der aufnehmbaren Querkraft
 η : Auslastung

5.2.4 Pos. EG_WA03 Innenwand 11,5 cm, Fahrzeughalle

Es folgt die Bemessung der Mauerwerkswände $h = 11,5 \text{ cm}$ im Bereich der Lager Fahrzeughalle. Da sich eine dieser Mauerwerkswände bis ins OG erstreckt (Raumabschluss Lager) wird dies in der Berechnung berücksichtigt. Es werden keine Lasten aus dem Trapezblech auf diese Wände eingeleitet, die Lasten ergeben sich ausschließlich aus der Decke Pos. DE_EG03. Die Mauerwerkswand im OG wird am Kopf konstruktiv mit einem Ringbalken versehen.

Auszug Architekturplan



Geometrie/Material

Mauerwerk	Poroton-Hochlochziegel-Plan-T - 11,5 - 20 - 1,2 - 6DF - DM
Steinfestigkeitsklasse	20
Rohdichteklasse	1,2
Mörtelausführung	Dünnbettmörtel
Wanddicke	$h = 11,5 \text{ cm}$
Geschosshöhen	$H_{EG} = 2,79 \text{ m}$
Abmessungen Ringbalken OG	$b = 11,5 \text{ cm}, h = 24 \text{ cm}, C25/30 \text{ XC1 W0}$

Lastannahmen

Die Geschossdeckenlasten werden in Frilo als Flächenlast auf die anschließenden Decken angesetzt. Es werden keine gesonderten Linienlasten aus den Deckenbemessungen übergeben.

Ständige Lasten:

Eigenlasten programmintern	Wichte Stahlbeton 25 kN/m^3 Wichte Mauerwerk 12 kN/m^3		
EG_DE03 Ausbau		$g_k = 2,60$	kN/m^2
Ringbalken (2-geschossige Wand)	$25 \text{ kN/m}^2 \times 0,24 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} =$	$g_k = 1,20$	kN/m

Nutzlasten:

EG_DE03		$q_k = 5,00$	kN/m^2
---------	--	--------------	-----------------

Bemessung

Alle GZT und GZG Nachweise gemäß nachfolgendem Frilo-Ausdruckprotokoll.

Pos. EG_WA03 MW-Innenwand Fahrzeughalle, d = 11,5 cm

Mauerwerk mehrgeschossig (x64) MWM+ 02/23 (FRILO R-2023-2/P04)

Grundparameter

Norm und Sicherheitskonzept

- Bemessungsnorm: DIN EN 1996-1-1/NA:2019-12
- Nachweisverfahren: genaues Verfahren

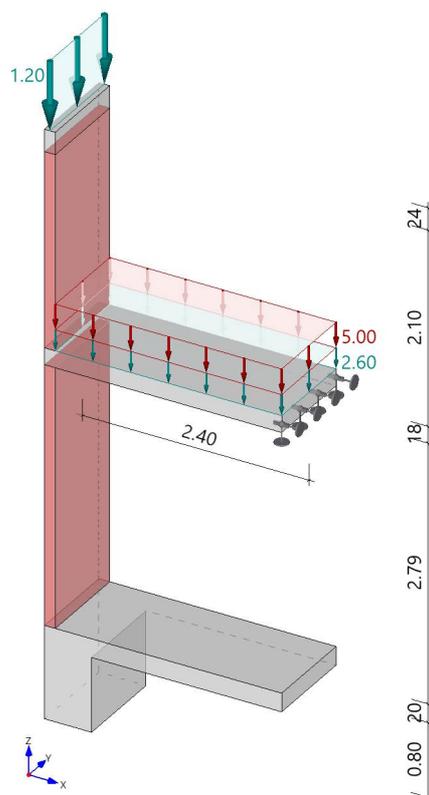
Allgemeines

- Abminderung der Knicklänge
- Stoßfugen unvermörtelt

System

Systemgrafiken

Systemgrafik 3D
Maßstab 1 : 70



Materialkennwerte

MatNr.	Typ	Stfk	MG	RDK	Bezeichnung	f_k [N/mm ²]	f_b [N/mm ²]	f_m [N/mm ²]	f_{vk0} [N/mm ²]	γ	ϕ_∞
1	MZ 20	DM	1.2	Poroton-Plan-T1,2 (d=17,5/24 cm)-20-1,2-DM	8.50	25.00	10.00	0.11	13.00	1.0	
2	MZ 16	DM	0.9	HLzB-16-0,9-DM	5.40	16.00	10.00	0.22	10.00	1.0	

Typ : MZ ... Mauerziegel, KS ... Kalksandstein, B ... Normalbeton, LB ... Leichtbeton, PB ... Porenbeton

Stfk : Druckfestigkeitsklasse der Mauersteine

MG : Mörtelgruppe nach DIN V 20000-412

RDK : Rohdichteklasse

 ϕ_∞ : Endkriechzahl

zusätzliche Materialkennwerte

MatNr.	f_{bt} [N/mm ²]	k_{fvk}	l_u [cm]	h_u [cm]	l_{ov}/h_u	Bemerkung
1	0.65	1.00	0.0	0.0	0.00	Zulassung: Z-17.1-1108

 f_{bt} : rechnerische Steinzugfestigkeit k_{fvk} : zusätzlicher Abminderungsfaktor Haftscherfestigkeit l_u : Steinlänge (nur bei Planelementen) h_u : Steinhöhe (nur bei Planelementen) l_{ov}/h_u : Überbindemaß (nur bei Planelementen)

Wände

Eb.	Typ	MatNr.	Lagerung	h_s [m]	d_0 [cm]	l_0 [m]	g_0 [kN/m ²]
2	Innenwand	2	zweiseitig	2.10	11.5	1.00	1.15
1	Innenwand	1	zweiseitig	2.79	11.5	1.00	1.50

Eb. : Ebene, unterste Wand = 1

 h_s : lichte Wandhöhe d_0 : Wanddicke bzw. Dicke der Tragschicht bei mehrschichtigem Wandaufbau l_0 : rechnerische Wandlänge g_0 : Wandeigengewicht

Geschossdecken

Eb.	Typ	E-Modul [N/mm ²]	d_0 Seite [cm]	a [cm]	l [m]	b [m]	g_k Lagerung [kN/m ²]
2	Ringbalken	-	-	-	-	-	-
1	einseitig	30500	18.0 rechts	11.5	2.40	1.00	4.50 eingespannt

Typ : Deckenart (einseitig/beidseitig)

 d_0 : Dicke der Geschossdecke

a : Deckenaufлагertiefe

l : Spannweite

b : Einflussbreite der Geschossdecke

 g_k : Deckengewicht einschließlich Zusatzlast

Lasten

Einwirkungen

Typ	Name	γ_{sup}	γ_{inf}	ψ_0	ψ_1	ψ_2
G	ständig	1.35	1.00	–	–	–
Q	Kat. B: Bürogebäude	1.50	–	0.70	0.50	0.30

Typ : Typ der Einwirkung, G ... ständig, Q ... veränderl., A ... außergewöhnlich

γ_{sup} : oberer Wert des Teilsicherheitsfaktors

γ_{inf} : unterer Wert des Teilsicherheitsfaktors

ψ_0 : Kombinationsbeiwert der veränderlichen Einwirkung

ψ_1 : Beiwert für häufige Werte veränderlicher Einwirkungen

ψ_2 : Beiwert für quasi-ständige Werte veränderlicher Einwirkungen

Vertikale Wandlasten

Nr.	Eb.	Typ	g_0 [kN/m]	q_0 Einwirkung [kN/m]
1	2	Gleichlast	1.20	0.00 Kat. A: Wohngebäude

Eb. : Ebene, unterste Wand = 1

g_0 : ständiger Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang)

q_0 : veränderlicher Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang)

Einwirkung : Einwirkung des veränderlichen Lastanteils

Deckenlasten

Nr.	Eb.	Typ	Durchlaufwirkung	g [kN/m ²]	q [kN/m ²]	A_g [kN/m]	A_q Einwirkung [kN/m]
2	1	Gleichlast	Deckengeometrie	2.60	5.00	2.40	4.61 Kat. B: Bürogebäude

Das Deckeneigengewicht wird programmintern ermittelt.

Eb. : Ebene, unterste Decke = 1

Durchlaufwirkung : Bestimmung der Deckenauflagerkraft

g : ständiger Lastanteil

q : veränderlicher Lastanteil

A_g : Auflagerkraft auf Wand infolge ständigem Lastanteil

A_q : Auflagerkraft auf Wand infolge veränderlichem Lastanteil

Einwirkung : Einwirkung des veränderlichen Lastanteils

Ergebnisse

Lastfallkombinationen

Lastkombination nach EN 1990, Gl. (6.10 a/b)

Eb.	Nr.	Typ	K ₀	K ₂	K ₅	zugehörige Last
2	1	Gv	1.00	1.00	1.00	Gv (Lasten 1, 2)
	2	Qv	1.50	1.50	1.00	Qv,re->Decke 1 (Last 2)
1	1	Gv	1.35	1.35	1.00	Gv (Lasten 1, 2)
	2	Qv	1.50	1.50	1.00	Qv,re->Decke 1 (Last 2)

Gv: ständige Anteile vertikaler Lasten

Qv: veränderliche Anteile vertikaler Lasten

Typ : Lastfallart

K₀ : DrucknachweisK₂ : Nachweis PlattenschubK₅ : Nachweis klaffende Fuge in Dickenrichtung (Begrenzung der Exzentrizität)

Schnittgrößen

E-Modul: $E = K_E \cdot f_k$ (K_E abhg. von Mauersteinart, Rechenwert nach Tab. NA.12, DIN EN 1996:2019)

Eb.	Kombination	z [m]	N _{Edz} [kN/m]	M _{Edy} [kNm/m]	V _{Edx} [kN/m]
2	K ₀	2.10	1.20	0.00	-0.06
		1.75	1.60	0.02	-0.06
		1.40	2.00	0.04	-0.06
		1.05	2.41	0.07	-0.06
		0.70	2.81	0.09	-0.06
		0.35	3.21	0.11	-0.06
		0.00	3.62	0.13	-0.06
	K ₂	2.10	1.20	0.00	-0.06
		1.75	1.60	0.02	-0.06
		1.40	2.00	0.04	-0.06
		1.05	2.41	0.07	-0.06
		0.70	2.81	0.09	-0.06
		0.35	3.21	0.11	-0.06
		0.00	3.62	0.13	-0.06
	K ₅	2.10	1.20	0.00	-0.05
		1.75	1.60	0.02	-0.05
		1.40	2.00	0.04	-0.05
		1.05	2.41	0.05	-0.05
		0.70	2.81	0.07	-0.05
		0.35	3.21	0.09	-0.05
		0.00	3.62	0.11	-0.05
1	K ₀	2.79	20.63	-0.24	-0.13
		2.33	21.56	-0.18	-0.13
		1.86	22.50	-0.12	-0.13
		1.40	23.44	-0.06	-0.13
		0.93	24.38	0.00	-0.13
		0.47	25.32	0.06	-0.13

Eb.	Kombination	z [m]	N _{Edz} [kN/m]	M _{E_{dy}} [kNm/m]	V _{E_{dx}} [kN/m]
		0.00	26.26	0.12	-0.13
	K ₂	2.79	20.63	-0.24	-0.13
		2.33	21.56	-0.18	-0.13
		1.86	22.50	-0.12	-0.13
		1.40	23.44	-0.06	-0.13
		0.93	24.38	0.00	-0.13
		0.47	25.32	0.06	-0.13
		0.00	26.26	0.12	-0.13
	K ₅	2.79	14.77	-0.17	-0.09
		2.33	15.46	-0.13	-0.09
		1.86	16.16	-0.09	-0.09
		1.40	16.85	-0.04	-0.09
		0.93	17.55	0.00	-0.09
		0.47	18.24	0.04	-0.09
		0.00	18.94	0.09	-0.09

z : Höhenschnitt, gemessen vom Wandfuß

N_{Edz} : Normalkraft aus vertikalen Lasten (Druckkraft positiv)M_{E_{dy}} : Biegemoment infolge PlattenbeanspruchungV_{E_{dx}} : Querkraft infolge Plattenbeanspruchung

Begrenzung der planmäßigen Exzentrizität

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, nach NCI zu 7.2

Eb.	z [m]	e _d [cm]	zul e _d [cm]	η
2	2.10	0.0	3.8	0.00
	1.05	2.3	3.8	0.59
	0.00	3.0	3.8	0.78
1	2.79	1.2	3.8	0.30
	1.40	0.3	3.8	0.07
	0.00	0.5	3.8	0.12

Eb. : Ebene, unterste Wand = 1

z : Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt

e_d : max. Exzentrizität in Wanddickenrichtung (Betrag)zul e_d : zulässige Exzentrizität in Wanddickenrichtung

η : Auslastung

Nachweis bei (ex-)zentr. Druckbeanspruchung

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, Abs. 6.1.2

Eb.	z [m]	y [m]	h _{ef} [m]	f _d [N/mm ²]	t _{cal} [cm]	N _{Ed} [kN/m]	e _d [cm]	e _{init} [cm]	e _k [cm]	Φ _{i/m}	N _{Rd} [kN/m]	η
2	2.10	0.50	1.58	3.06	11.5	1.20	0.0	0.0	0.0	0.90	316.71	0.00
	1.05	0.50				2.41	-2.7	0.4	0.0	0.20	69.73	0.03
	0.00	0.50				3.62	-3.7	0.0	0.0	0.36	128.34	0.03
1	2.79	0.50	2.09	4.82	11.5	20.63	1.2	0.0	0.0	0.80	440.49	0.05
	1.40	0.50				23.44	0.3	0.5	0.1	0.54	298.53	0.08
	0.00	0.50				26.26	-0.5	0.0	0.0	0.90	498.53	0.05

z : Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt
 y : Vertikalschnitt, gemessen vom Wandanfang (y=0)
 h_{ef} : Knicklänge
 f_d : Bemessungswert der Mauerwerksdruckfestigkeit
 t_{cal} : rechnerische Wanddicke
 N_{Ed} : Bemessungswert der einwirkenden Drucknormalkraft
 e_d : planmäßige Ausmitte in Wanddickenrichtung infolge Lasten (inkl. e_h)
 e_{init} : ungewollte Ausmitte in Wanddickenrichtung
 e_k : Ausmitte in Wanddickenrichtung infolge Kriechens
 Φ_{i/m} : Abminderungsfaktor infolge Lastausmitte und Schlankheit (Φ_i für Wandkopf/-Fuß, Φ_m für Wandmitte)
 N_{Rd} : Bemessungswert der aufnehmbaren Drucknormalkraft
 η : Auslastung

Schubnachweis – Plattenschub

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, Abs. 6.2

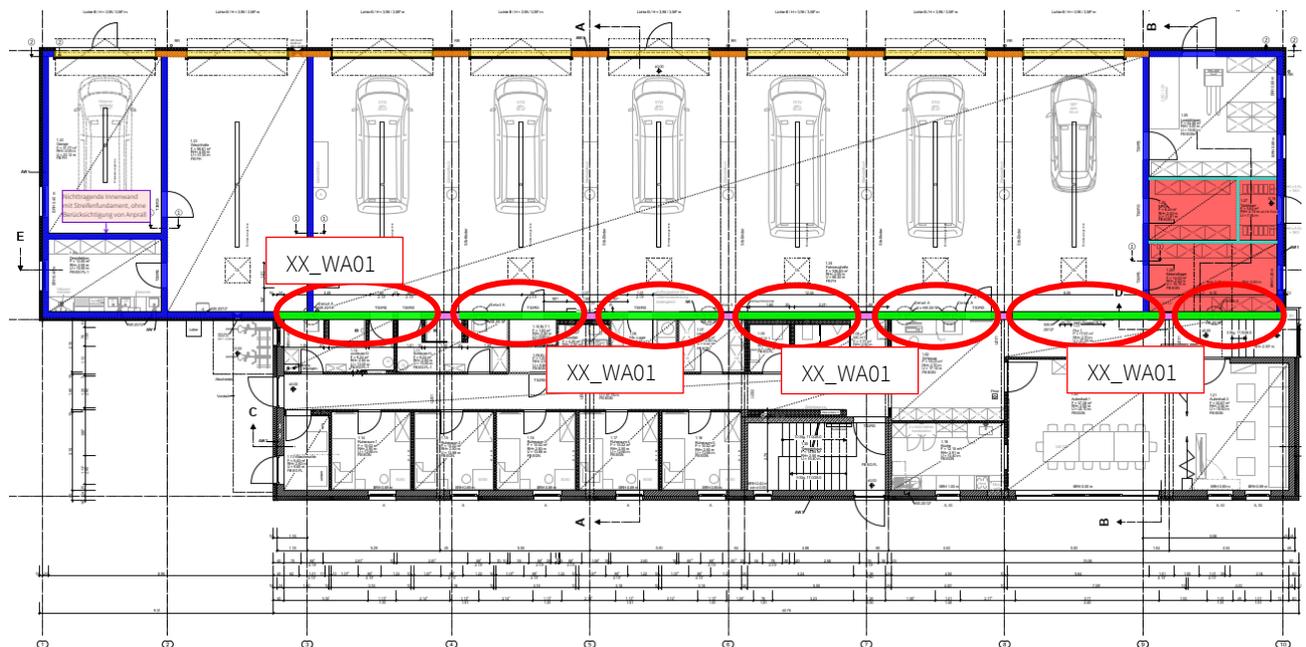
Eb.	z [m]	y [m]	V _{Ed} [kN/m]	d _c [cm]	σ _d [N/mm ²]	f _{vk0} [N/mm ²]	f _{vd} [N/mm ²]	V _{Rd} [kN/m]	η
2	2.10	0.50	0.06	11.5	0.01	0.11	0.10	7.82	0.01
	1.05	0.50	0.06	9.0	0.03		0.11	6.52	0.01
	0.00	0.50	0.06	7.9	0.05		0.12	6.09	0.01
1	2.79	0.50	0.13	11.5	0.18	0.11	0.17	13.00	0.01
	1.40	0.50	0.13	11.5	0.20		0.18	13.75	0.01
	0.00	0.50	0.13	11.5	0.23		0.19	14.50	0.01

z : Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt
 y : Vertikalschnitt, gemessen vom Wandanfang (y=0)
 V_{Ed} : Bemessungswert der Querkraft
 d_c : überdrückte Wanddicke
 σ_d : mittlere Druckspannung
 f_{vk0} : charakteristische Haftscherfestigkeit
 f_{vd} : Bemessungswert der Schubfestigkeit
 V_{Rd} : Bemessungswert der aufnehmbaren Querkraft
 η : Auslastung

5.2.5 Pos. XX_WA01 Trennwand Mauerwerk

Es folgt die Bemessung der Mauerwerkswände zwischen Sozialbau und Fahrzeughalle. Diese zweigeschossige Mauerwerkswand dient dem Lastabtrag der Geschossdecke über Erdgeschoss (Pos. EG_DE01) und der Dachdecke (Pos. OG_DE01). Die Lasten aus der Dachkonstruktion der Fahrzeughalle werden über die integrierten Stahlbetonstützen sowie die Querwände in der FZH abgetragen.

Auszug Architekturplan



Geometrie/Material

Mauerwerk	Poroton-Planziegel-T14 - 30,0 - 12 - 0,7 - 10DF - DM
Steinfestigkeitsklasse	12
Rohdichteklasse	0,7
Mörtelausführung	Dünnbettmörtel
Wanddicke	h = 30 cm
Geschosshöhen	H _{EG} = 3,11 m H _{OG} = 3,02 m
Deckendicken	h = 20 cm

Lastannahmen

Die Geschossdeckenlasten werden in Frilo als Flächenlast auf die anschließenden Decken angesetzt. Es werden keine gesonderten Linienlasten aus den Deckenbemessungen übergeben.

Ständige Lasten:

Eigenlasten programmintern	Wichte Stahlbeton 25 kN/m^3 Wichte Mauerwerk 7 kN/m^3		
EG_DE01 Ausbau		$g_k = 2,60$	kN/m^2
OG_DE01 Ausbau		$g_k = 3,00$	kN/m^2
Attika	$7 \text{ kN/m}^3 \times (0,3 \times 0,4) \text{ m}$	$g_k = 0,84$	kN/m

Nutzlasten:

EG_DE01		$q_k = 4,30$	kN/m^2
OG_DE01		$q_k = 0,50$	kN/m^2

Schnee:

OG_DE01		$q_k = 0,68$	kN/m^2
---------	--	--------------	-----------------

Windlasten:

Windinnendruck		$w_k = 0,31$	kN/m^2
----------------	--	--------------	-----------------

Anprall:

Anprall RTW bei $h = 1,0 \text{ m}$		$q_{A,k} = 25,0$	kN/m
-------------------------------------	--	------------------	---------------

Bemessung

Alle GZT und GZG Nachweise gemäß nachfolgendem Frilo-Ausdruckprotokoll.

Pos. XX_WA01 MW-Trennwand, d = 30 cm

Mauerwerk mehrgeschossig (x64) MWM+ 02/23 (FRILO R-2023-2/P02)

Norm und Sicherheitskonzept

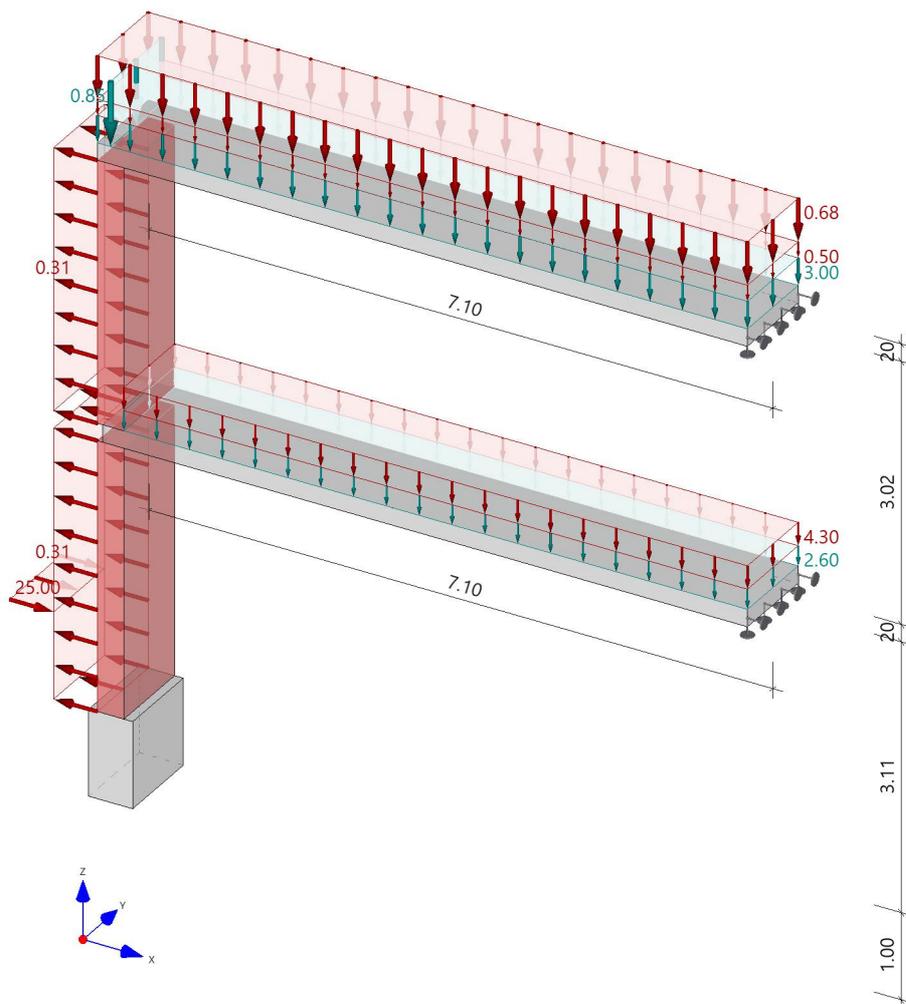
- Bemessungsnorm: DIN EN 1996-1-1/NA:2019-12
- Nachweisverfahren: genaues Verfahren

Allgemeines

- Abminderung der Knicklänge
- Stoßfugen unvermörtelt

Systemgrafiken

Systemgrafik 3D
Maßstab 1 : 75



Materialkennwerte

MatNr.	Typ	Stfk	MG	RDK	Bezeichnung	f_k [N/mm ²]	f_b [N/mm ²]	f_m [N/mm ²]	f_{vk0} [N/mm ²]	γ	ϕ_∞
1	MZ	12	DM	0.7	Poroton-Plan-T14 (d=30/36,5 cm)-12-0,7-DM	3.90	15.00	10.00	0.11	8.00	1.0
2	MZ	12	DM	0.7	Poroton-Plan-T14 (d=30/36,5 cm)-12-0,7-DM	3.90	15.00	10.00	0.11	8.00	1.0

Typ : MZ ... Mauerziegel, KS ... Kalksandstein, B ... Normalbeton, LB ... Leichtbeton, PB ... Porenbeton

Stfk : Druckfestigkeitsklasse der Mauersteine

MG : Mörtelgruppe nach DIN V 20000-412

RDK : Rohdichteklasse

ϕ_∞ : Endkriechzahl

zusätzliche Materialkennwerte

MatNr.	f_{bt} [N/mm ²]	k_{fvk}	l_u [cm]	h_u [cm]	l_{ov}/h_u	Bemerkung
1	0.39	0.50	0.0	0.0	0.00	Zulassung: Z-17.1-651
2	0.39	0.50	0.0	0.0	0.00	Zulassung: Z-17.1-651

f_{bt} : rechnerische Steinzugfestigkeit

k_{fvk} : zusätzlicher Abminderungsfaktor Haftscherfestigkeit

l_u : Steinlänge (nur bei Planelementen)

h_u : Steinhöhe (nur bei Planelementen)

l_{ov}/h_u : Überbindemaß (nur bei Planelementen)

Wände

Eb.	Typ	MatNr.	Lagerung	h_s [m]	d_0 [cm]	l_0 [m]	g_0 [kN/m ²]	g_z [kN/m ²]
2	einschalige Außenwand	2	zweiseitig	3.02	30.0	1.00	2.40	1.00
1	einschalige Außenwand	1	zweiseitig	3.11	30.0	1.00	2.40	1.00

Eb. : Ebene, unterste Wand = 1

h_s : lichte Wandhöhe

d_0 : Wanddicke bzw. Dicke der Tragschicht bei mehrschichtigem Wandaufbau

l_0 : rechnerische Wandlänge

g_0 : Wandeigengewicht

g_z : Eigengewichtszuschlag für Putz, Wandverkleidung etc.

Geschossdecken

Eb.	Typ	E-Modul [N/mm ²]	do Seite [cm]	a [cm]	l [m]	b [m]	g _k Lagerung [kN/m ²]
2	einseitig	31000	20.0 rechts	30.0	7.10	1.00	5.00 gelenkig
1	einseitig	31000	20.0 rechts	24.0	7.10	1.00	5.00 gelenkig

Typ : Deckenart (einseitig/beidseitig)
 do : Dicke der Geschossdecke
 a : Deckenauflagertiefe
 l : Spannweite
 b : Einflussbreite der Geschossdecke
 g_k : Deckengewicht einschließlich Zusatzlast

Einwirkungen

Typ	Name	γ _{sup}	γ _{inf}	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂
G	ständig	1.35	1.00	–	–	–
Q	Kat. B: Bürogebäude	1.50	–	0.70	0.50	0.30
Q	Schnee H < 1000 m	1.50	–	0.50	0.20	0.00
A	außergewöhnliche Einwirkungen	–	–	–	–	–
Q	Windlasten	1.50	–	0.60	0.20	0.00

Typ : Typ der Einwirkung, G ... ständig, Q ... veränderl., A ... außergewöhnlich
 γ_{sup} : oberer Wert des Teilsicherheitsfaktors
 γ_{inf} : unterer Wert des Teilsicherheitsfaktors
 ψ₀ : Kombinationsbeiwert der veränderlichen Einwirkung
 ψ₁ : Beiwert für häufige Werte veränderlicher Einwirkungen
 ψ₂ : Beiwert für quasi-ständige Werte veränderlicher Einwirkungen

Vertikale Wandlasten

Nr.	Eb.	Typ	g ₀ [kN/m]	q ₀ Einwirkung [kN/m]
1	2	Gleichlast	0.85	0.00 Kat. A: Wohngebäude

Eb. : Ebene, unterste Wand = 1
 g₀ : ständiger Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang)
 q₀ : veränderlicher Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang)
 Einwirkung : Einwirkung des veränderlichen Lastanteils

Deckenlasten

Nr.	Eb.	Typ	Durchlaufwirkung	g [kN/m ²]	q [kN/m ²]	A _g [kN/m]	A _q [kN/m]	Einwirkung
2	1	Gleichlast	Deckengeometrie	2.60	4.30	9.43	15.59	Kat. B: Bürogebäude
3	2	Gleichlast	Deckengeometrie	3.00	0.50	10.88	1.81	Kat. B: Bürogebäude
4	2	Gleichlast	Deckengeometrie	0.00	0.68	0.00	2.47	Schnee H < 1000 m

Das Deckeneigengewicht wird programmintern ermittelt.

Eb.	: Ebene, unterste Decke = 1
Durchlaufwirkung	: Bestimmung der Deckenauflagerkraft
g	: ständiger Lastanteil
q	: veränderlicher Lastanteil
A _g	: Auflagerkraft auf Wand infolge ständigem Lastanteil
A _q	: Auflagerkraft auf Wand infolge veränderlichem Lastanteil
Einwirkung	: Einwirkung des veränderlichen Lastanteils

Horizontale Wandlasten

Linienlasten

Nr.	Eb.	G ₀ [kN/m]	Q ₀ [kN/m]	a [m]	Einwirkung
5	1	0.00	25.00	1.00	außergewöhnliche Einwirkungen

Eb.	: Ebene, unterste Wand = 1
G ₀	: ständiger Lastanteil
Q ₀	: veränderlicher Lastanteil
a	: Abstand der Last vom Wandfuß
Einwirkung	: Einwirkung des veränderlichen Lastanteils

Flächenlasten

Nr.	Eb.	Typ	g ₀ [kN/m ²]	q ₀ [kN/m ²]	Einwirkung
6	2	Gleichlast	0.00	-0.31	Windlasten
7	1	Gleichlast	0.00	-0.31	Windlasten

g ₀	: ständiger Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang)
q ₀	: veränderlicher Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang)

Lastfallkombinationen

Lastkombination nach EN 1990, Gl. (6.10 a/b)

Eb.	Nr.	Typ	K ₀	K ₂	K ₅	zugehörige Last
2	1	Gv	1.35	1.00	1.00	Gv (Lasten 1, 2, 3)
	2	Qv	0.00	0.00	0.00	Qv,re->Decke 1 (Last 2)
	3	Qv	1.05	0.00	0.00	Qv,re->Decke 2 (Last 3)
	4	Qv	0.75	0.00	0.00	Qv,re->Decke 2 (Last 4)
	5	Qh	1.50	0.00	0.00	QH Horizontallast auf Wand 2 Last 6
	6	Qh	0.00	0.00	0.00	QH Horizontallast auf Wand 1 Last 7
	7	Ah	0.00	0.00	0.00	QH Horizontallast auf Wand 1 Last 5
1	1	Gv	1.00	1.00	1.00	Gv (Lasten 1, 2, 3)
	2	Qv	1.50	1.50	0.00	Qv,re->Decke 1 (Last 2)
	3	Qv	0.00	0.00	0.00	Qv,re->Decke 2 (Last 3)
	4	Qv	0.00	0.00	0.00	Qv,re->Decke 2 (Last 4)
	5	Qh	0.00	0.00	0.00	QH Horizontallast auf Wand 2 Last 6
	6	Qh	0.90	0.00	0.00	QH Horizontallast auf Wand 1 Last 7
	7	Ah	0.00	0.00	0.00	QH Horizontallast auf Wand 1 Last 5

Gv: ständige Anteile vertikaler Lasten

Qv: veränderliche Anteile vertikaler Lasten

Qh: veränderliche Anteile horizontaler Lasten

Ah: außergewöhnliche horizontale Lasten

Typ : Lastfallart

K₀ : DrucknachweisK₂ : Nachweis PlattenschubK₅ : Nachweis klaffende Fuge in Dickenrichtung (Begrenzung der Exzentrizität)

Schnittgrößen

E-Modul: $E = K_E \cdot f_k$ (K_E abhg. von Mauersteinart, Rechenwert nach Tab. NA.12, DIN EN 1996:2019)

Eb.	Kombination	z [m]	N _{Edz} [kN/m]	M _{Edy} [kNm/m]	V _{Edx} [kN/m]
2	K ₀	3.02	44.05	-6.17	-3.39
		3.02	44.05	-6.17	-3.39
		2.52	46.36	-4.40	-3.62
		2.01	48.67	-2.52	-3.86
		1.51	50.98	-0.52	-4.09
		1.01	53.29	1.60	-4.33
		0.50	55.60	3.84	-4.56
		0.00	57.91	6.19	-4.79
	K ₂	3.02	29.85	-4.28	-2.89
		3.02	29.85	-4.28	-2.89
		2.52	31.56	-2.82	-2.89
		2.01	33.27	-1.37	-2.89
		1.51	34.98	0.09	-2.89
		1.01	36.70	1.54	-2.89
0.50	38.41	3.00	-2.89		
0.00	40.12	4.45	-2.89		

Eb.	Kombination	z [m]	N _{Edz} [kN/m]	M _{Edy} [kNm/m]	V _{Edx} [kN/m]
	K ₅	3.02	29.85	-2.98	-2.32
		3.02	29.85	-2.98	-2.32
		2.52	31.56	-1.82	-2.32
		2.01	33.27	-0.65	-2.32
		1.51	34.98	0.51	-2.32
		1.01	36.70	1.68	-2.32
		0.50	38.41	2.85	-2.32
		0.00	40.12	4.01	-2.32
1	K ₀	3.11	91.05	-9.05	-6.49
		2.59	92.81	-5.65	-6.63
		2.07	94.57	-2.17	-6.78
		1.56	96.34	1.38	-6.92
		1.04	98.10	5.00	-7.07
		1.00	98.22	5.26	-7.08
		0.52	99.86	8.70	-7.21
		0.00	101.62	12.48	-7.36
	K ₂	3.11	91.05	-9.05	-6.85
		2.59	92.81	-5.50	-6.85
		2.07	94.57	-1.95	-6.85
		1.56	96.34	1.60	-6.85
		1.04	98.10	5.15	-6.85
		1.00	98.22	5.40	-6.85
		0.52	99.86	8.70	-6.85
		0.00	101.62	12.25	-6.85
	K ₅	3.11	67.67	-6.77	-4.00
		2.59	69.43	-4.69	-4.00
		2.07	71.19	-2.62	-4.00
		1.56	72.95	-0.55	-4.00
		1.04	74.72	1.53	-4.00
		1.00	74.84	1.67	-4.00
		0.52	76.48	3.60	-4.00
		0.00	78.24	5.67	-4.00

z : Höhenschnitt, gemessen vom Wandfuß

N_{Edz} : Normalkraft aus vertikalen Lasten (Druckkraft positiv)

M_{Edy} : Biegemoment infolge Plattenbeanspruchung

V_{Edx} : Querkraft infolge Plattenbeanspruchung

Begrenzung der Knotenmomente (Anwendung Rücksatzregel)

In mindestens einer der untersuchten Lastfallkombinationen wurde

- an Wand 1 am Wandkopf,
- an Wand 2 am Wandkopf

eine Begrenzung der Knotenmomente entspr. EN 1996-1-1, Anhang C(4) vorgenommen. Eventuellen Risszeichnungen sollte durch geeignete konstruktive Maßnahmen vorgebeugt werden.

Begrenzung der planmäßigen Exzentrizität

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, nach NCI zu 7.2

Eb.	z [m]	e _d [cm]	zul e _d [cm]	η
2	3.02	10.0	10.0	1.00
	1.51	0.03	10.0	0.00
	0.00	10.0	10.0	1.00
1	3.11	10.0	10.0	1.00
	1.56	2.2	10.0	0.22
	0.00	7.3	10.0	0.73

Eb. : Ebene, unterste Wand = 1
 z : Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt
 e_d : max. Exzentrizität in Wanddickenrichtung (Betrag)
 zul e_d : zulässige Exzentrizität in Wanddickenrichtung
 η : Auslastung

Nachweis bei (ex-)zentr. Druckbeanspruchung

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, Abs. 6.1.2

Bemessungswert der Mauerwerksdruckfestigkeit $f_d = 2.21 \text{ N/mm}^2$

Eb.	z [m]	y [m]	h _{ef} [m]	t _{cal} [cm]	N _{Ed} [kN/m]	e _d [cm]	e _{init} [cm]	Φ _{i/m}	N _{Rd} [kN/m]	η
2	3.02	0.50	3.02	30.0	44.05	14.0	0.0	0.07	44.05	1.00 ⁽¹⁾
	1.51	0.50		30.0	50.98	1.0	0.7	0.66	434.94	0.12
	0.00	0.50		24.0	57.91	-10.7	0.0	0.11	57.91	1.00 ⁽¹⁾
1	3.11	0.50	3.10	24.0	91.05	9.9	0.0	0.17	91.05	1.00 ⁽¹⁾
	1.56	0.50		30.0	96.34	-1.4	0.7	0.78	515.78	0.19
	0.00	0.50		30.0	101.62	-12.3	0.0	0.18	120.33	0.84

⁽¹⁾ η = 1.0 verfahrensbedingt

(Rücksatzregel, DIN EN 1996-1-1, Anh. C(5), zeigt nicht die Grenztraglast des Wandsystems an!)

z : Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt
 y : Vertikalschnitt, gemessen vom Wandanfang (y=0)
 h_{ef} : Knicklänge
 t_{cal} : rechnerische Wanddicke
 N_{Ed} : Bemessungswert der einwirkenden Drucknormalkraft
 e_d : planmäßige Ausmitte in Wanddickenrichtung infolge Lasten (inkl. e_h)
 e_{init} : ungewollte Ausmitte in Wanddickenrichtung
 Φ_{i/m} : Abminderungsfaktor infolge Lastausmitte und Schlankheit (Φ_i für Wandkopf/-Fuß, Φ_m für Wandmitte)
 N_{Rd} : Bemessungswert der aufnehmbaren Drucknormalkraft
 η : Auslastung

Schubnachweis – Plattenschub

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, Abs. 6.2

Eb.	z [m]	y [m]	V _{Ed} [kN/m]	d _c [cm]	σ _d [N/mm ²]	f _{vk0} [N/mm ²]	f _{vd} [N/mm ²]	V _{Rd} [kN/m]	η
2	3.02	0.50	2.89	2.0	1.47	0.11	0.69	9.28	0.31
	1.51	0.50	2.89	30.0	0.12		0.14	28.88	0.10
	0.00	0.50	2.89	3.4	1.18		0.57	12.92	0.22
1	3.11	0.50	6.85	6.2	1.47	0.11	0.69	28.31	0.24
	1.56	0.50	6.85	30.0	0.32		0.23	45.25	0.15
	0.00	0.50	6.85	11.0	0.92		0.47	34.30	0.20

z : Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt
y : Vertikalschnitt, gemessen vom Wandanfang (y=0)
V_{Ed} : Bemessungswert der Querkraft
d_c : überdrückte Wanddicke
σ_d : mittlere Druckspannung
f_{vk0} : charakteristische Haftscherfestigkeit
f_{vd} : Bemessungswert der Schubfestigkeit
V_{Rd} : Bemessungswert der aufnehmbaren Querkraft
η : Auslastung

Lastfallkombinationen

Lastkombination nach EN 1990, Gl. (6.10 a/b)

Eb.	Nr.	Typ	K ₈	K ₁₀	zugehörige Last
1	1	Gv	1.00	1.00	Gv (Lasten 1, 2, 3)
	2	Qv	0.50	0.00	Qv, re->Decke 1 (Last 2)
	3	Qv	0.00	0.00	Qv, re->Decke 2 (Last 3)
	4	Qv	0.00	0.00	Qv, re->Decke 2 (Last 4)
	5	Qh	0.00	0.00	QH Horizontallast auf Wand 2 Last 6
	6	Qh	0.00	0.00	QH Horizontallast auf Wand 1 Last 7
	7	Ah	1.00	1.00	QH Horizontallast auf Wand 1 Last 5

Gv: ständige Anteile vertikaler Lasten

Qv: veränderliche Anteile vertikaler Lasten

Qh: veränderliche Anteile horizontaler Lasten

Ah: außergewöhnliche horizontale Lasten

Typ : Lastfallart
K₈ : Drucknachweis
K₁₀ : Nachweis Plattenschub

Schnittgrößen

E-Modul: $E = K_E \cdot f_k$ (K_E abhg. von Mauersteinart, Rechenwert nach Tab. NA.12, DIN EN 1996:2019)

Eb.	Kombination	z [m]	N _{Edz} [kN/m]	M _{Edy} [kNm/m]	V _{Edx} [kN/m]
1	K ₈	3.11	75.46	-7.94	-8.54
		2.59	77.22	-3.51	-8.54
		2.07	78.99	0.92	-8.54
		1.56	80.75	5.35	-8.54
		1.04	82.51	9.78	-8.54
		1.00	82.64	10.09	16.46
		0.52	84.27	2.16	16.46
		0.00	86.04	-6.37	16.46
	K ₁₀	3.11	67.67	-7.22	-7.85
		2.59	69.43	-3.16	-7.85
		2.07	71.19	0.91	-7.85
		1.56	72.95	4.98	-7.85
		1.04	74.72	9.04	-7.85
		1.00	74.84	9.33	17.15
		0.52	76.48	1.07	17.15
		0.00	78.24	-7.82	17.15

z : Höhenschnitt, gemessen vom Wandfuß
N_{Edz} : Normalkraft aus vertikalen Lasten (Druckkraft positiv)
M_{Edy} : Biegemoment infolge Plattenbeanspruchung
V_{Edx} : Querkraft infolge Plattenbeanspruchung

Begrenzung der Knotenmomente (Anwendung Rücksatzregel)

In mindestens einer der untersuchten Lastfallkombinationen wurde

- an Wand 1 am Wandkopf,
- an Wand 2 am Wandkopf

eine Begrenzung der Knotenmomente entspr. EN 1996-1-1, Anhang C(4) vorgenommen. Eventuellen Rissabzeichnungen sollte durch geeignete konstruktive Maßnahmen vorgebeugt werden.

Nachweis bei (ex-)zentr. Druckbeanspruchung

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, Abs. 6.1.2

Eb.	z [m]	y [m]	h _{ef} [m]	f _d [N/mm ²]	t _{cal} [cm]	N _{Ed} [kN/m]	e _d [cm]	e _{init} [cm]	Φ _{i/m}	N _{Rd} [kN/m]	η
1	3.11	0.50	3.11	2.55	24.0	75.46	10.5	0.0	0.12	75.46	1.00 ⁽¹⁾
	1.56	0.50			30.0	80.75	-6.6	0.7	0.45	343.83	0.23
	1.00	0.50			30.0	82.64	-12.2	0.7	0.20	156.36	0.53
	0.00	0.50			30.0	86.04	7.4	0.0	0.51	387.52	0.22

⁽¹⁾ η = 1.0 verfahrensbedingt

(Rücksatzregel, DIN EN 1996-1-1, Anh. C(5), zeigt nicht die Grenztraglast des Wandsystems an!)

z	: Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt
y	: Vertikalschnitt, gemessen vom Wandanfang (y=0)
h _{ef}	: Knicklänge
f _d	: Bemessungswert der Mauerwerksdruckfestigkeit
t _{cal}	: rechnerische Wanddicke
N _{Ed}	: Bemessungswert der einwirkenden Drucknormalkraft
e _d	: planmäßige Ausmitte in Wanddickenrichtung infolge Lasten (inkl. e _i)
e _{init}	: ungewollte Ausmitte in Wanddickenrichtung
Φ _{i/m}	: Abminderungsfaktor infolge Lastausmitte und Schlankheit (Φ _i für Wandkopf/-Fuß, Φ _m für Wandmitte)
N _{Rd}	: Bemessungswert der aufnehmbaren Drucknormalkraft
η	: Auslastung

Schubnachweis – Plattenschub

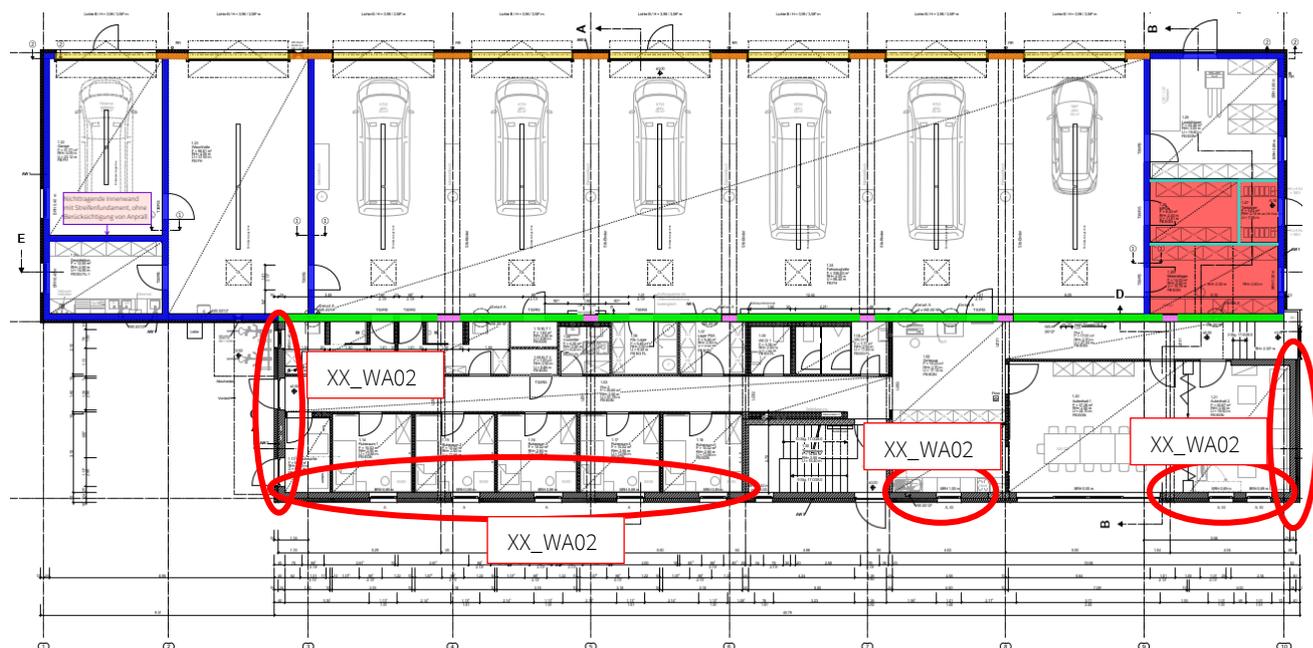
Nachweis nach DIN EN 1996:2019, Abs. 6.2

Eb.	z [m]	y [m]	V _{Ed} [kN/m]	d _c [cm]	σ _d [N/mm ²]	f _{vk0} [N/mm ²]	f _{vd} [N/mm ²]	V _{Rd} [kN/m]	η
1	3.11	0.50	7.85	4.0	1.70	0.11	0.90	23.81	0.33
	1.56	0.50	7.85	24.5	0.30		0.25	40.90	0.19
	0.00	0.50	17.15	18.8	0.42		0.31	38.18	0.45

z	: Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt
y	: Vertikalschnitt, gemessen vom Wandanfang (y=0)
V _{Ed}	: Bemessungswert der Querkraft
d _c	: überdrückte Wanddicke
σ _d	: mittlere Druckspannung
f _{vk0}	: charakteristische Haftscherfestigkeit
f _{vd}	: Bemessungswert der Schubfestigkeit
V _{Rd}	: Bemessungswert der aufnehmbaren Querkraft
η	: Auslastung

Es folgt die Bemessung der Mauerwerkswände im Bereich der Außenwand des Sozialtraktes. Diese, zweigeschossige, Mauerwerkswand dient dem Lastabtrag der Geschossdecke über Erdgeschoss (Pos. EG_DE01) und der Dachdecke (Pos. OG_DE01).

Auszug Architekturplan



Geometrie/Material

Mauerwerk	Poroton-Hochlochziegel-Plan-T - 24,0 - 20 - 1,2 - 12DF - DM
Steinfestigkeitsklasse	20
Rohdichteklasse	1,2
Mörtelausführung	Dünnbettmörtel
Wanddicke	$h = 24 \text{ cm}$
Geschosshöhen	$H_{EG} = 3,11 \text{ m}$ $H_{OG} = 3,02 \text{ m}$
Deckendicken	$h = 20 \text{ cm}$

Lastannahmen

Die Geschossdeckenlasten werden in Frilo als Flächenlast auf die anschließenden Decken angesetzt. Es werden keine gesonderten Linienlasten aus den Deckenbemessungen übergeben.

Ständige Lasten:

Eigenlasten programmintern	Wichte Stahlbeton 25 kN/m ³		
	Wichte Mauerwerk 12 kN/m ³		
EG_DE01 Ausbau		$g_k = 2,60$	kN/m ²
OG_DE01 Ausbau		$g_k = 3,00$	kN/m ²
Attika	12 kN/m ³ x (0,24 x 0,4) m	$g_k = 1,15$	kN/m

Nutzlasten:

EG_DE01		$q_k = 4,30$	kN/m ²
OG_DE01		$q_k = 0,50$	kN/m ²

Schnee:

OG_DE01		$q_k = 0,68$	kN/m ²
---------	--	--------------	-------------------

Windlasten:

Wind Bereich A		$w_k = 0,71$	kN/m ²
----------------	--	--------------	-------------------

Bemessung

Alle GZT und GZG Nachweise gemäß nachfolgendem Frilo-Ausdruckprotokoll.

Pos. XX_WA02 MW-Außenwand Sozialtrakt, $d = 24 \text{ cm}$

Mauerwerk mehrgeschossig (x64) MWM+ 01/23 (FRILO R-2023-1/P06)

Norm und Sicherheitskonzept

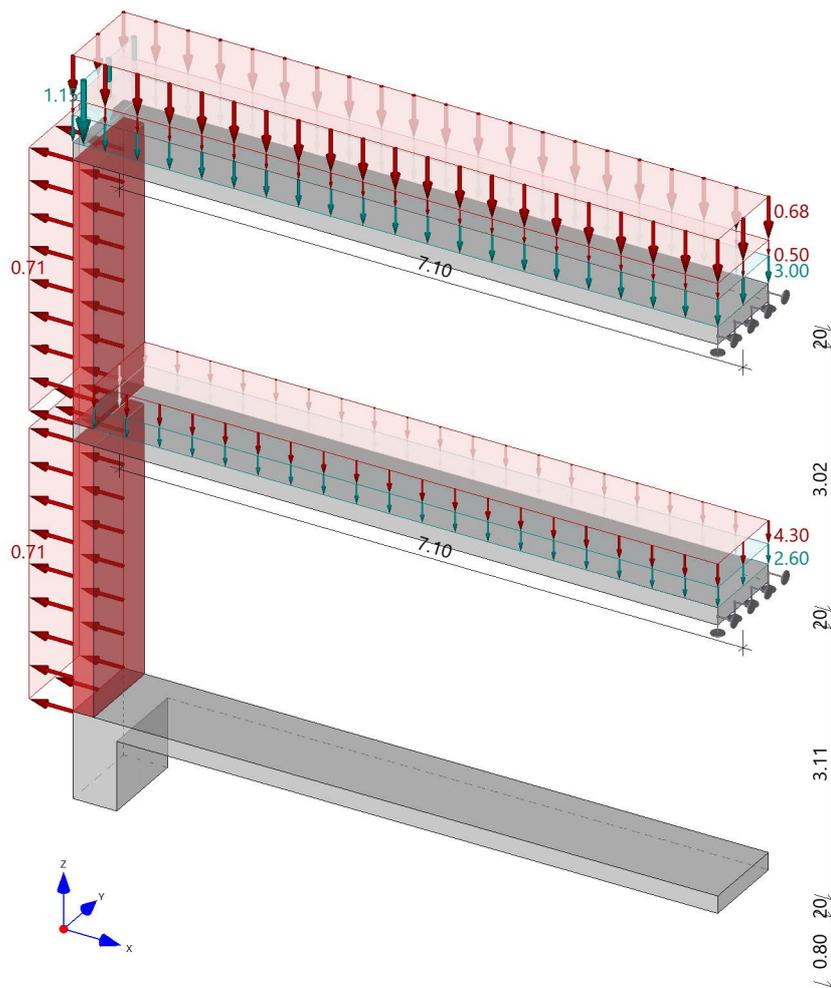
- Bemessungsnorm: DIN EN 1996-1-1/NA:2019-12
- Nachweisverfahren: genaues Verfahren

Allgemeines

- Abminderung der Knicklänge
- Stoßfugen unvermörtelt

Systemgrafiken

Systemgrafik 3D
Maßstab 1 : 75



Materialkennwerte

MatNr.	Typ	Stfk	MG	RDK	Bezeichnung	f_k [N/mm ²]	f_b [N/mm ²]	f_m [N/mm ²]	f_{vk0} [N/mm ²]	γ	ϕ_{∞}
1	MZ	20	DM	1.2	Poroton-Plan-T1,2 (d=17,5/24 cm)-20-1,2-DM	8.50	25.00	10.00	0.11	13.00	1.0

Typ : MZ ... Mauerziegel, KS ... Kalksandstein, B ... Normalbeton, LB ... Leichtbeton, PB ... Porenbeton

Stfk : Druckfestigkeitsklasse der Mauersteine

MG : Mörtelgruppe nach DIN V 20000-412

RDK : Rohdichteklasse

ϕ_{∞} : Endkriechzahl

zusätzliche Materialkennwerte

MatNr.	f_{bt} [N/mm ²]	k_{fvk}	l_u [cm]	h_u [cm]	l_{ov}/h_u	Bemerkung
1	0.65	1.00	0.0	0.0	0.00	Zulassung: Z-17.1-1108

f_{bt} : rechnerische Steinzugfestigkeit

k_{fvk} : zusätzlicher Abminderungsfaktor Haftscherfestigkeit

l_u : Steinlänge (nur bei Planelementen)

h_u : Steinhöhe (nur bei Planelementen)

l_{ov}/h_u : Überbindemaß (nur bei Planelementen)

Wände

Eb.	Typ	MatNr.	Lagerung	h_s [m]	d_0 [cm]	l_0 [m]	g_0 [kN/m ²]
2	einschalige Außenwand	1	zweiseitig	3.02	24.0	1.00	3.12
1	einschalige Außenwand	1	zweiseitig	3.11	24.0	1.00	3.12

Eb. : Ebene, unterste Wand = 1

h_s : lichte Wandhöhe

d_0 : Wanddicke bzw. Dicke der Tragschicht bei mehrschichtigem Wandaufbau

l_0 : rechnerische Wandlänge

g_0 : Wandeigengewicht

Geschossdecken

Eb.	Typ	E-Modul [N/mm ²]	d_0 Seite [cm]	a [cm]	l [m]	b [m]	g_k Lagerung [kN/m ²]
2	einseitig	30500	20.0 rechts	24.0	7.10	1.00	5.00 gelenkig
1	einseitig	30500	20.0 rechts	24.0	7.10	1.00	5.00 gelenkig

Typ : Deckenart (einseitig/beidseitig)

d_0 : Dicke der Geschossdecke

a : Deckenaufлагertiefe

l : Spannweite

b : Einflussbreite der Geschossdecke

g_k : Deckengewicht einschließlich Zusatzlast

Einwirkungen

Typ	Name	γ_{sup}	γ_{inf}	ψ_0	ψ_1	ψ_2
G	ständig	1.35	1.00	–	–	–
Q	Kat. B: Bürogebäude	1.50	–	0.70	0.50	0.30
Q	Schnee H < 1000 m	1.50	–	0.50	0.20	0.00
Q	Windlasten	1.50	–	0.60	0.20	0.00

Typ : Typ der Einwirkung, G ... ständig, Q ... veränderl., A ... außergewöhnlich

γ_{sup} : oberer Wert des Teilsicherheitsfaktors

γ_{inf} : unterer Wert des Teilsicherheitsfaktors

ψ_0 : Kombinationsbeiwert der veränderlichen Einwirkung

ψ_1 : Beiwert für häufige Werte veränderlicher Einwirkungen

ψ_2 : Beiwert für quasi-ständige Werte veränderlicher Einwirkungen

Vertikale Wandlasten

Nr.	Eb.	Typ	g_0 [kN/m]	q_0 Einwirkung [kN/m]
1	2	Gleichlast	1.15	0.00 Kat. A: Wohngebäude

Eb. : Ebene, unterste Wand = 1

g_0 : ständiger Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang)

q_0 : veränderlicher Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang)

Einwirkung : Einwirkung des veränderlichen Lastanteils

Deckenlasten

Nr.	Eb.	Typ	Durchlaufwirkung	g [kN/m ²]	q [kN/m ²]	A_g [kN/m]	A_q [kN/m]	Einwirkung
2	1	Gleichlast	Deckengeometrie	2.60	4.30	9.39	15.52	Kat. B: Bürogebäude
3	2	Gleichlast	Deckengeometrie	3.00	0.50	10.83	1.81	Kat. B: Bürogebäude
4	2	Gleichlast	Deckengeometrie	0.00	0.68	0.00	2.45	Schnee H < 1000 m

Das Deckeneigengewicht wird programmintern ermittelt.

Eb. : Ebene, unterste Decke = 1

Durchlaufwirkung : Bestimmung der Deckenauflagerkraft

g : ständiger Lastanteil

q : veränderlicher Lastanteil

A_g : Auflagerkraft auf Wand infolge ständigem Lastanteil

A_q : Auflagerkraft auf Wand infolge veränderlichem Lastanteil

Einwirkung : Einwirkung des veränderlichen Lastanteils

Horizontale Wandlasten

Nr.	Eb.	Typ	g_0 [kN/m ²]	q_0 Einwirkung [kN/m ²]
5	2	Gleichlast	0.00	-0.71 Windlasten
6	1	Gleichlast	0.00	-0.71 Windlasten

Eb. : Ebene, unterste Wand = 1

 g_0 : ständiger Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang) q_0 : veränderlicher Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang)

Einwirkung : Einwirkung des veränderlichen Lastanteils

Lastfallkombinationen

Lastkombination nach EN 1990, Gl. (6.10 a/b)

Eb.	Nr.	Typ	K_0	K_2	K_5	zugehörige Last
2	1	Gv	1.35	1.00	1.00	Gv (Lasten 1, 2, 3)
	2	Qv	0.00	0.00	0.00	Qv, re->Decke 1 (Last 2)
	3	Qv	1.05	0.00	0.00	Qv, re->Decke 2 (Last 3)
	4	Qv	1.50	0.00	0.00	Qv, re->Decke 2 (Last 4)
	5	Qh	0.00	1.50	0.00	QH Horizontallast auf Wand 2 Last 5
	6	Qh	0.00	0.00	0.00	QH Horizontallast auf Wand 1 Last 6
1	1	Gv	1.35	1.00	1.00	Gv (Lasten 1, 2, 3)
	2	Qv	0.00	1.05	0.00	Qv, re->Decke 1 (Last 2)
	3	Qv	0.00	0.00	0.00	Qv, re->Decke 2 (Last 3)
	4	Qv	0.00	0.00	0.00	Qv, re->Decke 2 (Last 4)
	5	Qh	0.00	0.00	0.00	QH Horizontallast auf Wand 2 Last 5
	6	Qh	1.50	1.50	0.00	QH Horizontallast auf Wand 1 Last 6

Gv: ständige Anteile vertikaler Lasten

Qv: veränderliche Anteile vertikaler Lasten

Qh: veränderliche Anteile horizontaler Lasten

Typ : Lastfallart

 K_0 : Drucknachweis K_2 : Nachweis Plattenschub K_5 : Nachweis klaffende Fuge in Dickenrichtung (Begrenzung der Exzentrizität)

Schnittgrößen

E-Modul: $E = K_E \cdot f_k$ (K_E abhg. von Mauersteinart, Rechenwert nach Tab. NA.12, DIN EN 1996:2019)

Eb.	Kombination	z [m]	N _{Edz} [kN/m]	M _{Edy} [kNm/m]	V _{Edx} [kN/m]
2	K ₀	3.02	46.12	-5.31	-3.98
		2.52	48.24	-3.31	-3.98
		2.01	50.36	-1.31	-3.98
		1.51	52.48	0.69	-3.98
		1.01	54.60	2.70	-3.98
		0.50	56.72	4.70	-3.98
		0.00	58.84	6.70	-3.98
		K ₂	K ₂	3.02	30.03
2.52	31.60			-2.84	-1.60
2.01	33.17			-1.90	-2.14
1.51	34.74			-0.68	-2.68
1.01	36.31			0.80	-3.21
0.50	37.88			2.55	-3.75
0.00	39.45			4.57	-4.28
K ₅	K ₅			3.02	30.03
		2.52	31.60	-1.48	-1.84
		2.01	33.17	-0.55	-1.84
		1.51	34.74	0.38	-1.84
		1.01	36.31	1.30	-1.84
		0.50	37.88	2.23	-1.84
		0.00	39.45	3.16	-1.84
		1	K ₀	3.11	90.30
2.59	92.48			-7.48	-5.12
2.07	94.67			-4.69	-5.67
1.56	96.85			-1.60	-6.22
1.04	99.03			1.76	-6.77
0.52	101.22			5.42	-7.32
0.00	103.40			9.36	-7.88
K ₂	K ₂			3.11	83.19
		2.59	84.80	-6.73	-5.17
		2.07	86.42	-3.90	-5.72
		1.56	88.04	-0.79	-6.28
		1.04	89.66	2.60	-6.83
		0.52	91.27	6.28	-7.38
		0.00	92.89	10.25	-7.93
		K ₅	K ₅	3.11	66.89
2.59	68.51			-3.44	-3.69
2.07	70.12			-1.52	-3.69
1.56	71.74			0.39	-3.69
1.04	73.36			2.30	-3.69

Eb.	Kombination	z	N_{Edz}	M_{Edy}	V_{Edx}
		[m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kN/m]
		0.52	74.97	4.21	-3.69
		0.00	76.59	6.13	-3.69

z : Höhenschnitt, gemessen vom Wandfuß
 N_{Edz} : Normalkraft aus vertikalen Lasten (Druckkraft positiv)
 M_{Edy} : Biegemoment infolge Plattenbeanspruchung
 V_{Edx} : Querkraft infolge Plattenbeanspruchung

Begrenzung der Knotenmomente (Anwendung Rücksatzregel)

In mindestens einer der untersuchten Lastfallkombinationen wurde

- an Wand 1 am Wandkopf,
- an Wand 2 am Wandkopf

eine Begrenzung der Knotenmomente entspr. EN 1996-1-1, Anhang C(4) vorgenommen. Eventuellen Rissabzeichnungen sollte durch geeignete konstruktive Maßnahmen vorgebeugt werden.

Begrenzung der planmäßigen Exzentrizität

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, nach NCI zu 7.2

Eb.	z	e_d	zul e_d	η
	[m]	[cm]	[cm]	
2	3.02	8.0	8.0	1.00
	1.51	1.1	8.0	0.14
	0.00	8.0	8.0	1.00
1	3.11	8.0	8.0	1.00
	1.56	0.5	8.0	0.07
	0.00	8.0	8.0	1.00

Eb. : Ebene, unterste Wand = 1
z : Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt
 e_d : max. Exzentrizität in Wanddickenrichtung (Betrag)
zul e_d : zulässige Exzentrizität in Wanddickenrichtung
 η : Auslastung

Nachweis bei (ex-)zentr. Druckbeanspruchung

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, Abs. 6.1.2

Bemessungswert der Mauerwerksdruckfestigkeit $f_d = 4.82 \text{ N/mm}^2$

Eb.	z [m]	y [m]	h _{ef} [m]	t _{cal} [cm]	N _{Ed} [kN/m]	e _d [cm]	e _{init} [cm]	Φ _{i/m}	N _{Rd} [kN/m]	η
2	3.02	0.50	3.02	24.0	46.12	11.5	0.0	0.04	46.12	1.00 ⁽¹⁾
	1.51	0.50		24.0	52.48	-1.3	0.7	0.65	749.81	0.07
	0.00	0.50		24.0	58.84	-11.4	0.0	0.05	58.84	1.00 ⁽¹⁾
1	3.11	0.50	3.11	24.0	90.30	11.1	0.0	0.08	90.30	1.00 ⁽¹⁾
	1.56	0.50		24.0	96.85	1.7	0.7	0.61	700.50	0.14
	0.00	0.50		24.0	103.40	-9.0	0.0	0.25	284.34	0.36

⁽¹⁾ η = 1.0 verfahrensbedingt

(Rücksatzregel, DIN EN 1996-1-1, Anh. C(5), zeigt nicht die Grenztraglast des Wandsystems an!)

z	: Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt
y	: Vertikalschnitt, gemessen vom Wandanfang (y=0)
h _{ef}	: Knicklänge
t _{cal}	: rechnerische Wanddicke
N _{Ed}	: Bemessungswert der einwirkenden Drucknormalkraft
e _d	: planmäßige Ausmitte in Wanddickenrichtung infolge Lasten (inkl. e _h)
e _{init}	: ungewollte Ausmitte in Wanddickenrichtung
Φ _{i/m}	: Abminderungsfaktor infolge Lastausmitte und Schlankheit(Φ _i für Wandkopf/-Fuß, Φ _m für Wandmitte)
N _{Rd}	: Bemessungswert der aufnehmbaren Drucknormalkraft
η	: Auslastung

Schubnachweis – Plattenschub

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, Abs. 6.2

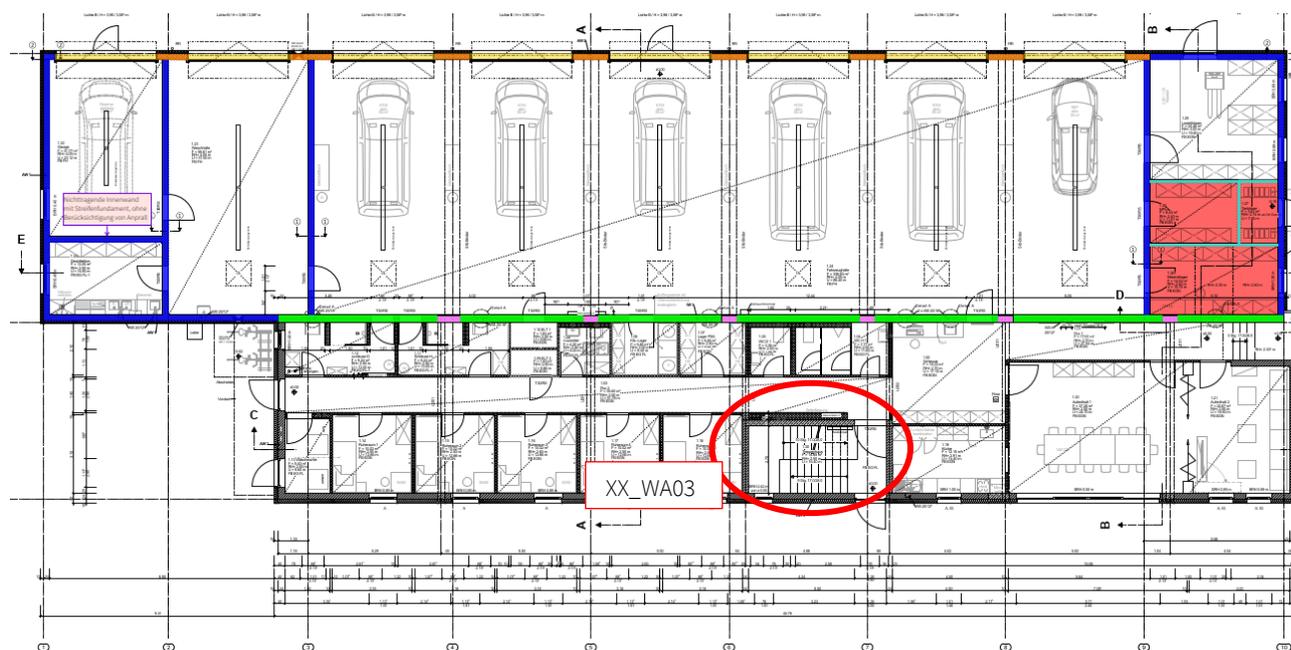
Eb.	z [m]	y [m]	V _{Ed} [kN/m]	d _c [cm]	σ _d [N/mm ²]	f _{vk0} [N/mm ²]	f _{vd} [N/mm ²]	V _{Rd} [kN/m]	η
2	3.02	0.50	1.07	0.9	3.21	0.11	1.38	8.62	0.12
	1.51	0.50	2.68	24.0	0.14		0.16	24.91	0.11
	0.00	0.50	4.28	1.5	2.57		1.13	11.52	0.37
1	3.11	0.50	4.62	2.6	3.21	0.11	1.38	23.87	0.19
	1.56	0.50	6.28	24.0	0.37		0.24	39.12	0.16
	0.00	0.50	7.93	3.6	2.57		1.13	27.13	0.29

z	: Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt
y	: Vertikalschnitt, gemessen vom Wandanfang (y=0)
V _{Ed}	: Bemessungswert der Querkraft
d _c	: überdrückte Wanddicke
σ _d	: mittlere Druckspannung
f _{vk0}	: charakteristische Haftscherfestigkeit
f _{vd}	: Bemessungswert der Schubfestigkeit
V _{Rd}	: Bemessungswert der aufnehmbaren Querkraft
η	: Auslastung

5.2.7 Pos. XX_WA03 Innenwand Stahlbeton Sozialtrakt

Es folgt die Bemessung der Treppenhauswände im Sozialbau. Diese Stahlbetonwände sind über beide Geschosse vorhanden. Es wird ausschließlich der Wandabschnitt im EG bemessen mit Auflasten aus beiden Geschosdecken (Pos. EG_DE01 + Pos. OG_DE01).

Auszug Architekturplan



Geometrie/Material

Stahlbeton	C25/30 XC1, W0 $w = 0,40 \text{ mm}$
Betonstahl	B500
Abmessungen	$h = 24 \text{ cm}$ $H_{EG} = 3,11 \text{ m}$
Betondeckung	$c_{nom} = 2,0 \text{ cm}$ (umlaufend)
Bewehrung vertikal	$\emptyset 10/12,5$
Bewehrung horizontal	$\emptyset 10/12,5$
Brandschutz	R30

Lastannahmen

Ständige Lasten:

Eigenlasten programmintern	Wichte Stahlbeton 25 kN/m ³		
EG_DE01		$g_k = 26,1$	kN/m
EG_DE01 Ausbau		$g_k = 15,5$	kN/m
OG_DE01		$g_k = 29,6$	kN/m
OG_DE01 Ausbau		$g_k = 18,2$	kN/m

Nutzlasten:

EG_DE01		$q_k = 15,9$	kN/m
OG_DE01	$(2,3 + 0,6) \times 1,25$	$q_k = 3,60$	kN/m

Schnee:

OG_DE01	$(1,4 + 3,1) \times 1,25$	$q_k = 5,60$	kN/m
---------	---------------------------	--------------	------

Bemessung

Alle GZT und GZG Nachweise gemäß nachfolgendem Frilo-Ausdruckprotokoll.

Nachweis der Rissbreitenbeschränkung

Hinweise nach Tab. 3 sind bei Bauausführung zu beachten

Tabelle 3. Empfohlene Anhaltswerte für die Betonzugfestigkeit bei Zwang aus Abfließen der Hydratationswärme (Tabelle 7 aus DBV [1])

S	1	2	3	4	5
Z	Festigkeitsentwicklung des Betons	Bauteildicke h			
		$\leq 0,30$ m	$\leq 0,80$ m	$\leq 2,0$ m	$> 2,0$ m
1	langsam $(r < 0,30)$ ^{1) 2)}	– ³⁾	$0,60f_{ctm}$	$0,70f_{ctm}$ ⁴⁾	$0,80f_{ctm}$ ⁴⁾
2	mittel $(r < 0,50)$ ¹⁾	$0,65f_{ctm}$	$0,75f_{ctm}$	$0,85f_{ctm}$	$0,95f_{ctm}$
3	schnell $(r \geq 0,50)$ ¹⁾	$0,80f_{ctm}$	$0,90f_{ctm}$	$1,0f_{ctm}$	$1,00f_{ctm}$

¹⁾ Die Festigkeitsentwicklung des Betons wird durch das Verhältnis $r = f_{cm}(2 \text{ d}) / f_{cm}(28 \text{ d})$ beschrieben, das bei der Eignungsprüfung oder auf der Grundlage eines bekannten Verhältnisses von Beton vergleichbarer Zusammensetzung (d. h. gleicher Zement, gleicher w/z-Wert) ermittelt wurde.
Wird bei besonderen Anwendungen die Druckfestigkeit zu einem späteren Zeitpunkt $t > 28$ Tage bestimmt, ist das Verhältnis der mittleren Druckfestigkeit nach 2 Tagen $f_{cm}(2 \text{ d})$ zur mittleren Druckfestigkeit zum Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit $f_{cm}(t)$ zu ermitteln oder es ist vom Betonhersteller eine Festigkeitsentwicklungskurve bei 20 °C zwischen 2 Tagen und dem Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit anzugeben.

²⁾ Bei Festigkeitsklassen $\geq C30/37$ ist es i. d. R. nicht möglich, das Festigkeitsverhältnis $r \leq 0,30$ bezogen auf 28 Tage zu begrenzen. In diesen Fällen ist es erforderlich, den Zeitpunkt des Nachweises der Festigkeitsklasse auf einen späteren Zeitpunkt (z. B. 56 Tage) zu vereinbaren.

³⁾ Die Auslegung der Bewehrung bei dünnen Bauteilen auf eine langsame Festigkeitsentwicklung ist nicht sinnvoll. Es sollte grundsätzlich mindestens eine mittlere Festigkeitsentwicklung angenommen werden.

⁴⁾ Der empfohlene Anhaltswert für massige Bauteile ist erst bei der Verwendung von langsam erhärtenden Betonen mit einem Prüfalter von 91 Tagen zu erwarten.

Begrenzung der Rissbreite unter zentrischen Zwang $k_c = 1,0$			
(Direkte Berechnung nach DIN EN 1992-1-1, 7.3.2 + NA)			
Bewehrungsrichtung		x- Richtung	y- Richtung
Beton	Betongüte	C25/30	
	Betonzugfestigkeit	f_{ctm} [N/mm ²]	2,60
	Festigkeitsentwicklung des Betons	r	< 0,5
	Beiwert für Zeitpunkt Rissbildung	$k_{z,t}$ [%]	65
	wirksame Zugfestigkeit	$f_{ct,eff}$ [N/mm ²]	1,69
Bewehrung	Stahlsorte	B	B 500
	Elastizitätsmodul	E_s [N/mm ²]	200.000
		E_{cm} [N/mm ²]	31.000
	Durchmesser	d_s/d_{sv} [mm]	10 10
	Stababstand	s [cm]	12,5 12,5
	Mattenbewehrung	(j / n)	n n
	Querschnitt je Bauteilseite	$A_{s1}=A_{s2}$ [cm ² /m]	6,28 6,28
	Gesamtquerschnitt	vorh A_s [cm ² /m]	12,57 12,57
Abmessung	Betonüberdeckung	c_{nom} [cm]	2,0 3,0
	Bauteilhöhe	h [cm]	24,0
	Betonquerschnitt	A_{ct} [cm ² /m]	2.400,0
	Achsabstand Bewehrung	d_1 [cm]	2,5 3,5
	Wirkungstiefe Bewehrung	h_{eff} [cm]	7,4 9,4
	wirksame Betonzugfläche	$A_{c,eff}$ [cm ² /m]	1.480,0 1.880,0
Beiwerte	Spannungsverteilung innerhalb Zugzone	k_c	1,00
	Verteilung Betonzug-spannungen	k	0,80
	effektiver Bewehrungsgrad	$_{eff} \rho$	0,8% 0,7%
	geometrischer Bewehrungsgrad	ρ_{tot}	0,8% 0,7%
	Betonstahlspannung im Riss		
	$\sigma_s = k_c * k * f_{ct,eff} * A_c / A_s$		258,21 258,21
	mittlere Differenzdehnung Stahl - Beton	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0,087% 0,077%
	Maximaler Rissabstand	$s_{r,max}$ [mm]	327 416
Achtung bei Mattenbewehrung (DIN EN 1992-1-1-NA, 7.3.4(3)):			
	Rissabstand < doppelte Maschenweite	$s_{r,max}$ [mm] <	250 250
Vorhandene rechnerische Rissweite		w_k [mm]	0,285 0,322

Pos. XX_WA03 Innenwand Stahlbeton Sozialtrakt

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/23A (FRILO R-2023-1/P06)

Berechnungsgrundlagen

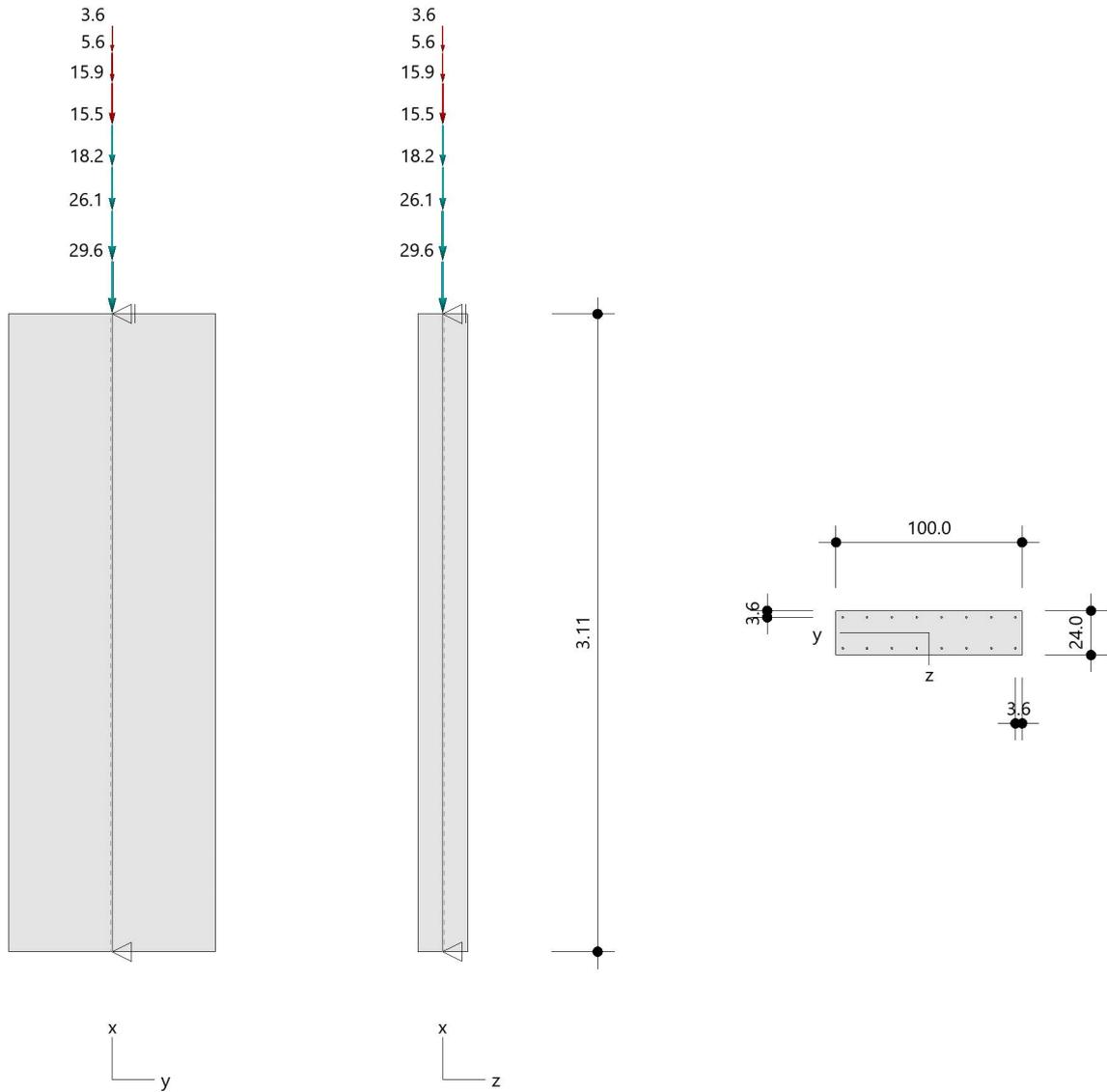
- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 35.5



Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	X0
Bewehrungskorrosion	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 10 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 10 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$
Bügel	$c_{min,b} = 10 \text{ mm} \quad *5$
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20 \text{ mm} \quad *5$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 10 \text{ mm} \quad *5$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 30 \text{ mm} \quad *1$
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 20 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$

*1: mit $c_{min,b}$

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	
Endkriechzahl	$\phi(t_0, \infty) = 2.65$	

Materialauswahl

Beton C 25/30	$f_{ck} = 25.00 \text{ N/mm}^2$	$E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$
Betonstahl B500A	$f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$	$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$
	$k(f_t/f_y) = 1.05$	$\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$ Bügel und Längsbewehrung

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 $\alpha_{cc} = 0.85 \quad \alpha_{ct} = 0.85$			γ_s	Betonstahl B500A	
	γ_c	f_{cd} [N/mm ²]	f_{ctd} [N/mm ²]		f_{yd} [N/mm ²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm ²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützenhöhe	$l =$	3.11 m
Querschnitt	$b_y/d_z =$	100.0/24.0 cm
	$b_1/d_1 =$	3.6/3.6 cm
	Bewehrungsanordnung (kalt)	umfangsverteilt
	Bewehrungsanordnung (Brand)	wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. B: Bürogebäude	0.70	0.50	0.30		1.500
Schnee H < 1000 m ständig	0.50	0.20	0.00	1.000	1.350

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf	26.1								ständig		
2	Stützenkopf	15.5								ständig		
3	Stützenkopf	29.6								ständig		
4	Stützenkopf	18.2								ständig		
5	Stützenkopf	15.9								Kat. B		
6	Stützenkopf	3.6								Kat. B		
7	Stützenkopf	5.6								Schnee		

Punktlasten (Stützeigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf	18.7								ständig		

Bezeichnungen der Lasten

- Last 1: EG_DE01
- Last 2: EG_DE01 Ausbau
- Last 3: OG_DE01
- Last 4: OG_DE01 Ausbau
- Last 5: EG_DE01
- Last 6: OG_DE01
- Last 7: OG_DE01

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegeline als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Die Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen (über Arbeitslinie Stahl, basierend auf $f_{ct,m}$) wird im GZG berücksichtigt
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Optionen für den Brandschutznachweis

- Nachzuweisende Feuerwiderstandsklasse: R30
- Brandangriff = gesamter Stützenumfang
- Der Nachweis wird in der außergewöhnlichen Bemessungssituation unter Beachtung von EN 1991-1-2, 4.3.1, geführt.
- Die Schiefstellung ist auf $\theta \leq 1/500$ begrenzt.
- Steifigkeitsabminderung für Bewehrungsgrade $\rho < 2.0\%$: $E_{\text{eff,cal}} = E_{\text{eff}} \cdot \sqrt{\rho/0.02}$
- Der Nachweis wird unter Berücksichtigung der thermischen Dehnungen geführt.

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min $N_{cr}/N = 3528,26$ in y- / $203,23$ in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1 ¹	LK 2 ¹	LK 3 ¹
Stützeigengewicht	1.35	1.00	1.35
EG_DE01	1.35	1.00	1.35
EG_DE01 Ausbau	1.35	1.00	1.35
OG_DE01	1.35	1.00	1.35
OG_DE01 Ausbau	1.35	1.00	1.35
EG_DE01	1.50		
OG_DE01	0.75		
OG_DE01	1.50		

¹ : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda \leq \lambda_{\text{lim}}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{\text{lim},y}$	$\lambda_{\text{lim},z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_{∞}	f_{red}
1	1	Wand	3.11	3.11	10.8	44.9	69.7	69.7	0.0	0.0	2.647	0.918

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssit

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	Versagensart
1	3.11	-179.3	0.00	0.00	0.15	3.6 ¹	12.6	Querschnitt
	2.59	-179.3	0.00	0.00	0.15	3.6 ¹	12.6	
	2.07	-179.3	0.00	0.00	0.15	3.6 ¹	12.6	
	1.56	-179.3	0.00	0.00	0.15	3.6 ¹	12.6	
	1.04	-179.3	0.00	0.00	0.15	3.6 ¹	12.6	
	0.52	-179.3	0.00	0.00	0.15	3.6 ¹	12.6	
	0.00	-179.3	0.00	0.00	0.15	3.6 ¹	12.6	

1 : Mindestlängsbewehrung nach EN 1992-1-1, 9.6.2 (1)

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Fußpunkt	0.00	108.1	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		179.3	0.0	0.00	0.0	0.00	1

Untersuchte Lastkombinationen (Bemessungssituation Brand)

Last	LK 1	LK 2
Stützeigengewicht	1.00	1.00
EG_DE01	1.00	1.00
EG_DE01 Ausbau	1.00	1.00
OG_DE01	1.00	1.00
OG_DE01 Ausbau	1.00	1.00
EG_DE01	0.30	
OG_DE01		
OG_DE01	0.30	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}^*$ [cm]	$e_{i,z}^*$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Wand	3.11	3.11	10.8	44.9	0.0	0.0	0.3	0.3	0.000	0.512

* Benutzervorgabe für anzusetzende Schiefstellung: 1/500

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	Versagensart
1	3.11	-113.9	0.00	0.00	0.52	12.6	12.6	Querschnitt
	2.59	-113.9	0.19	-0.18	0.52	12.6	12.6	
	2.07	-113.9	0.34	-0.31	0.52	12.6	12.6	
	1.56	-113.9	0.39	-0.36	0.52	12.6	12.6	
	1.04	-113.9	0.34	-0.31	0.52	12.6	12.6	
	0.52	-113.9	0.19	-0.18	0.52	12.6	12.6	
	0.00	-113.9	0.00	0.00	0.52	12.6	12.6	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (Brand)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Fußpunkt	0.00	108.1	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		113.9	0.0	0.00	0.0	0.00	1

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen A_s [cm ²]
1	12.6

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1 ¹	LK 2 ¹
Stützeigengewicht	1.00	1.00
EG_DE01	1.00	1.00
EG_DE01 Ausbau	1.00	1.00
OG_DE01	1.00	1.00
OG_DE01 Ausbau	1.00	1.00
EG_DE01	1.00	
OG_DE01	0.50	
OG_DE01	1.00	

¹ : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda \leq \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = \infty$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.11	-130.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.59	-130.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.07	-130.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.56	-130.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.04	-130.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.52	-130.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-130.4	0.00	0.00	0.0	0.0			

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = 0$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.11	-130.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.59	-130.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.07	-130.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.56	-130.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.04	-130.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.52	-130.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-130.4	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = \infty$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ϵ_s [‰]	σ_s [N/mm ²]	$\sigma_{s,lim}^1$ [N/mm ²]	η
1	3.11	-130.4	0.00	0.00	0.00	-0.017	-3.35	400.00	0.00
1	2.59	-130.4	0.00	0.00	0.00	-0.017	-3.35	400.00	0.00
1	2.07	-130.4	0.00	0.00	0.00	-0.017	-3.35	400.00	0.00
1	1.56	-130.4	0.00	0.00	0.00	-0.017	-3.35	400.00	0.00
1	1.04	-130.4	0.00	0.00	0.00	-0.017	-3.35	400.00	0.00
1	0.52	-130.4	0.00	0.00	0.00	-0.017	-3.35	400.00	0.00
1	0.00	-130.4	0.00	0.00	0.00	-0.017	-3.35	400.00	0.00

¹ : $\sigma_{s,lim} = 0,80 \cdot f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = 0$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ϵ_s [‰]	σ_s [N/mm ²]	$\sigma_{s,lim}^1$ [N/mm ²]	η
1	3.11	-130.4	0.00	0.00	0.00	-0.017	-3.35	400.00	0.00
1	2.59	-130.4	0.00	0.00	0.00	-0.017	-3.35	400.00	0.00
1	2.07	-130.4	0.00	0.00	0.00	-0.017	-3.35	400.00	0.00
1	1.56	-130.4	0.00	0.00	0.00	-0.017	-3.35	400.00	0.00
1	1.04	-130.4	0.00	0.00	0.00	-0.017	-3.35	400.00	0.00

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	ϕ _{eff}	ε _s [‰]	σ _s [N/mm ²]	σ _{s,lim} ¹ [N/mm ²]	η
1	0.52	-130.4	0.00	0.00	0.00	-0.017	-3.35	400.00	0.00
1	0.00	-130.4	0.00	0.00	0.00	-0.017	-3.35	400.00	0.00

¹ : $\sigma_{s,lim} = 0,80 \cdot f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1 ¹	LK 2 ¹
Stützeigengewicht	1.00	1.00
EG_DE01	1.00	1.00
EG_DE01 Ausbau	1.00	1.00
OG_DE01	1.00	1.00
OG_DE01 Ausbau	1.00	1.00
EG_DE01	0.30	
OG_DE01		
OG_DE01	0.30	

¹ : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda \leq \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	ε _c [‰]	σ _c [N/mm ²]	σ _{c,lim} ¹ [N/mm ²]	vorh f _{ϕ,nl}	erf f _{ϕ,nl}	η
1	3.11	-113.9	0.00	0.00	-0.015	-0.47	-11.25	1.00		0.04
1	2.59	-113.9	0.00	0.00	-0.015	-0.47	-11.25	1.00		0.04
1	2.07	-113.9	0.00	0.00	-0.015	-0.47	-11.25	1.00		0.04
1	1.56	-113.9	0.00	0.00	-0.015	-0.47	-11.25	1.00		0.04
1	1.04	-113.9	0.00	0.00	-0.015	-0.47	-11.25	1.00		0.04
1	0.52	-113.9	0.00	0.00	-0.015	-0.47	-11.25	1.00		0.04
1	0.00	-113.9	0.00	0.00	-0.015	-0.47	-11.25	1.00		0.04

¹ : $\sigma_{c,lim} = 0,45 \cdot f_{c,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Gewählte Bewehrungsanordnung und Temperaturen nach 30 min

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm ²]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	f _{sy,θ} /f _{yk} [%]
Abschnitt 1 Bügel: 10Ø10 mm	1	10	0.8	-46.4	-8.4	329	98
	2	10	0.8	46.4	-8.4	329	98
	3	10	0.8	46.4	8.4	329	98
	4	10	0.8	-46.4	8.4	329	98
	5	10	0.8	33.4	-8.4	195	100
	6	10	0.8	33.4	8.4	195	100
	7	10	0.8	20.1	-8.4	195	100
	8	10	0.8	20.1	8.4	195	100
	9	10	0.8	6.7	-8.4	195	100

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm ²]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	f _{sy,θ} /f _{yk} [%]
	10	10	0.8	6.7	8.4	195	100
	11	10	0.8	-6.7	-8.4	195	100
	12	10	0.8	-6.7	8.4	195	100
	13	10	0.8	-20.1	-8.4	195	100
	14	10	0.8	-20.1	8.4	195	100
	15	10	0.8	-33.4	-8.4	195	100
	16	10	0.8	-33.4	8.4	195	100

12.6

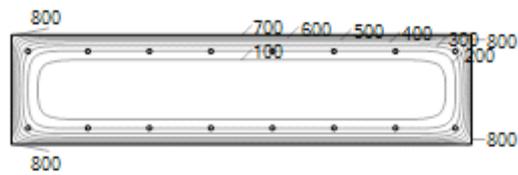
Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. C _{nom,L} [cm]	erf. C _{nom,B} [cm]	vorh. C _{nom,L} [cm]	vorh. C _{nom,B} [cm]
Abschnitt 1	3.0	2.0	3.1	2.1

Temperaturverteilung im Querschnitt

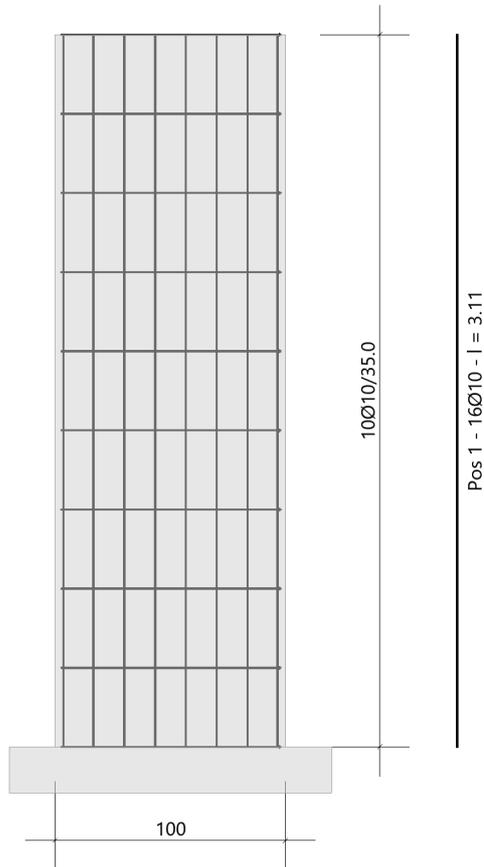
Wärmeübergangskoeffizient	α =	25.0 W/(m ² K)
Wärmeübergangskoeffizient unbeflammt	α _c =	5.0 W/(m ² K)
Emissivität	ε _m =	0.70
Betonfeuchte	u =	3.0 %
Wärmeleitfähigkeit	λ =	obere Grenze
Rohdichte	ρ =	2400 kg/m ³
Elementgröße	d _{Elem} =	0.9 cm
Betonzuschlag	=	quarzitisch
Betonstahl	=	kaltgewalzt
Thermische Leitfähigkeit des Stahls	=	vernachlässigt

Temperaturfeld Rechteck 100x24 t=30min

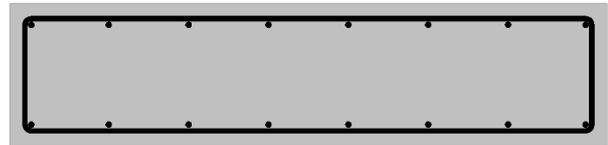
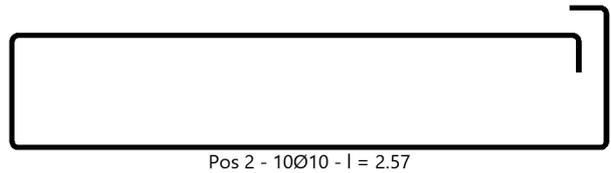


Bewehrungsbilder

Maßstab 1:33



Pos 1 - 16Ø10 - l = 3.11

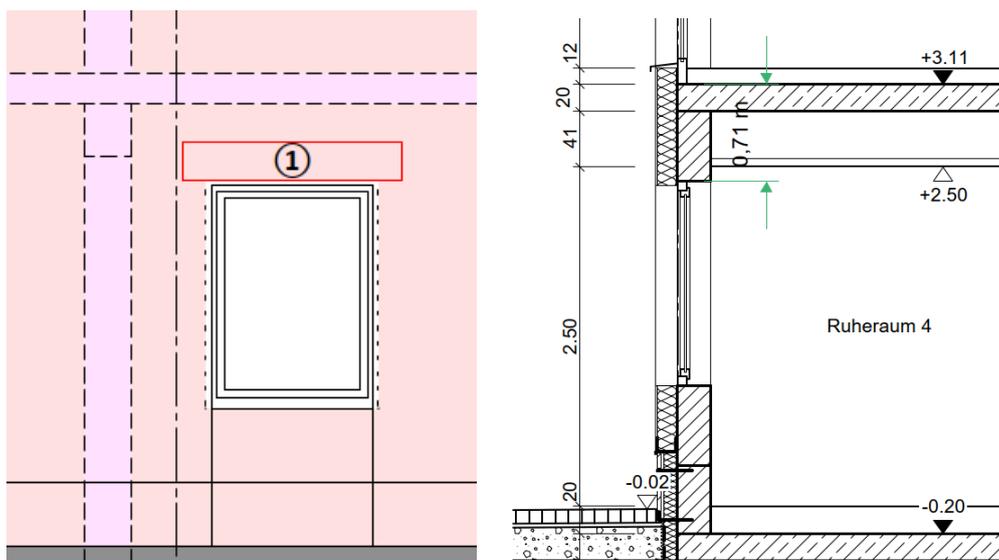


5.2.8 Angaben Ziegelstürze / Bewehrung über Fenster- und Türöffnungen

Die Fenster- und Türöffnungen sowie größere Aussparungen in den Mauerwerkswänden werden durch Stürze überbrückt. Alle Aussparungen in Stahlbetonwänden sind in der Bewehrungsplanung zu berücksichtigen. Folgende Hinweise sind zu beachten.

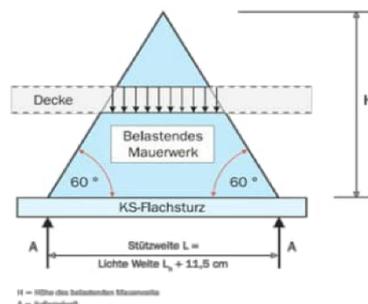
Mauerwerkswände

- *Standardfenster im EG und OG, Öffnungsbreite $L \leq 1,13$, mit/ohne Außenjalousie*
 Poroton Ziegelsturzb $b = 17,5$ cm, $h = 11,3$ cm, Bewehrung 1 $\varnothing 10$
 Übermauerung, Gesamthöhe mit Stahlbetondecke = 71 cm



Bemessungslast:

Geometrische Randbedingungen		Eigenschaften Mauerwerk / Beton		
lichte Höhe Decke	3,11 m	Beton	C25/30	$\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$
Fußodenaufbau	0,2 m	Mauerwerk		
Öffnungshöhe (inkl. Brüstung)	2,4 m	Steinrohdichte	1,2 g/cm ³	$h = 24, \text{cm}$
lichte Weite	1,13 m	Wichte	13,0 kN/m ³	
Auflagerbreite	17,5 cm	+WDVS	1,0 kN/m ²	
Stützweite	1,31 m			
Linienauflagerkraft Decke	65,0 kN/m			
Übermauerung ohne Decke	0,51 m			
Übermauerung mit Decke	0,71 m			
Lastdreieck				
Höhe Lastdreieck	1,13 m	>	0,51 m	
Sturz konstruktiv?	nein			
Bemessung				
<i>Berücksichtigung Deckenlast</i>		<i>Berücksichtigung Eigengewicht Mauerwerk</i>		
Einflusslänge Decke	0,72 m	A_{Trapez} Geschoss bis UK _{Decke}	0,52 m ²	
Auflagerkraft	23,27 kN	A_{Dreieck} oberhalb Decke	0,1 m ²	
		Auflagerkraft	1,27 kN	
Gleichstreckenlast $p_{F,d}$	50,22 kN/m			



Auswahl Ziegelsturz:

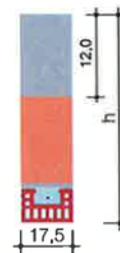
Gesamthöhe = 71 cm < 75 cm → 62,5 cm

lichte Weite = 1,13 m < 1,135 m

Tabelle für die zulässige Belastung q_{Ed} in kN/m		Sturzbreite $b = 17,5$ cm / Auflagerlänge $l_a = 17,5$ cm									
Lichte Weite m	Stützweite m	Gesamthöhe h in cm									
		25,0	30,0	35,0	40,0	45,0	50,0	62,5	75,0	100,0	125,0
0,885	1,060	13,90	21,10	30,76	43,96	62,56	76,36	79,35	79,35	79,35	79,35
1,010	1,185	11,71	17,42	24,80	34,46	47,31	61,10	70,98	70,98	70,98	70,98
1,135	1,310	10,10	14,79	20,69	28,16	37,73	50,21	64,21	64,21	64,21	64,21
1,260	1,435	8,87	12,83	17,70	23,71	31,21	40,65	53,92	58,62	58,62	58,62
1,510	1,685	7,12	10,10	13,65	17,89	22,97	29,08	39,94	47,99	49,92	49,92
1,760	1,935	5,93	8,30	11,06	14,28	18,03	22,42	34,78	36,39	43,47	43,47
2,010	2,185	5,08	7,04	9,28	11,84	14,78	18,14	28,97	30,80	37,96	37,96
2,260	2,435	4,44	6,10	7,97	10,09	12,48	15,18	23,59	27,64	30,56	30,56
2,510	2,685	3,94	5,38	6,99	8,78	10,78	13,02	19,82	24,70	25,14	25,14
2,760	2,935	3,54	4,81	6,21	7,76	9,48	11,37	16,78	20,67	22,93	22,93
2,885	3,060	3,37	4,56	5,88	7,34	8,93	10,69	15,43	19,01	21,99	21,99

maßgebend: B = Biegung, Q = Querkraft, V = Verankerung

Übermauerung aus
POROTON-Ziegelmauerwerk
 Druckfestigkeitsklasse ≥ 12
Lochung A
 gem. Z-17.1-900, 3.1.2 (3)
 mit Stahlbetondecke
 Auflagerlänge $l_a = 17,5$ cm



50,22 kN/m < 64,21 kN/m

bei einer Auflagerlänge von 17,5 cm

Gesamtlänge Sturz ≥ 148 cm

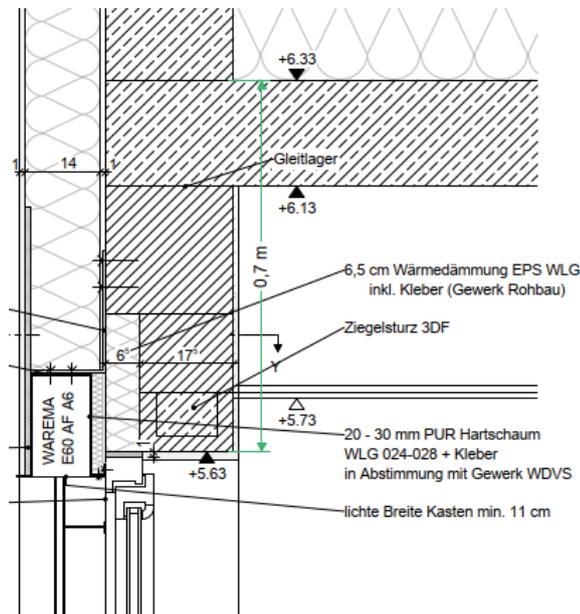
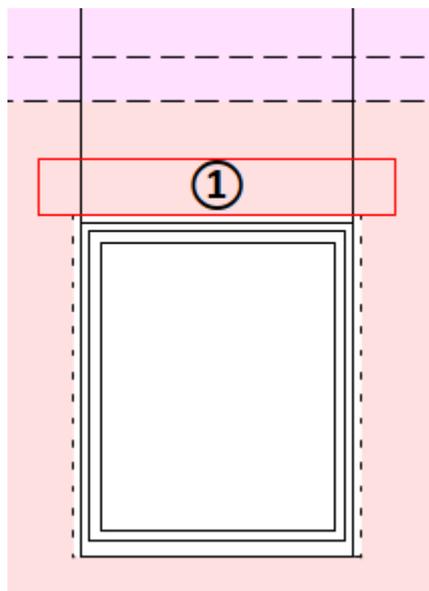
Variante 1 mit Außenjalousie: Poroton Ziegelsturz $b = 17,5$ cm, $h = 11,3$ cm, Bewehrung 1 $\varnothing 10$

Variante 2 ohne Außenjalousie: 2 x Poroton Ziegelsturz $b = 11,5$ cm, $h = 11,3$ cm, Bewehrung 1 $\varnothing 8$

- *Standardfenster im EG/OG, Öffnungsbreite $L \leq 1,26$ m, mit/ohne Außenjalousie*

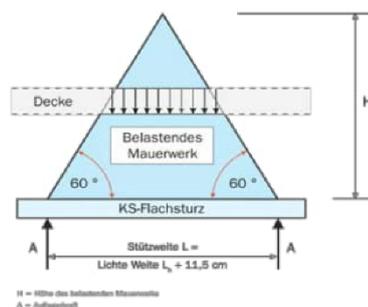
Poroton Ziegelsturz $b = 17,5$ cm, $h = 11,3$ cm, Bewehrung 1 $\varnothing 10$

Übermauerung, Gesamthöhe mit Stahlbetondecke = 70 cm



Bemessungslast:

Geometrische Randbedingungen		Eigenschaften Mauerwerk / Beton		
lichte Raumhöhe	3,02 m	Beton	C25/30	$\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$
Deckenstärke	0,2 m	Mauerwerk		
Öffnungshöhe (inkl. Brüstung)	2,52 m	Steinrohddichte	1,2 g/cm ³	$h = 24, \text{ cm}$
lichte Weite	1,26 m	Wichte	13,0 kN/m ³	
Auflagerbreite	17,5 cm	+ WDVS	1,0 kN/m ²	
Stützweite	1,44 m			
Linienauflagerkraft Decke	48,0 kN/m			
Übermauerung ohne Decke	0,5 m			
Übermauerung mit Decke	0,7 m			



Lastdreieck

Höhe Lastdreieck	1,24 m	> 0,5 m
Sturz konstruktiv?	nein	

Bemessung

	Berücksichtigung Deckenlast	Berücksichtigung Eigengewicht Mauerwerk
Einflusslänge Decke	0,86 m	A_{Trapez} Geschoss bis UK_{Decke} 0,57 m ²
Auflagerkraft	20,58 kN	A_{Dreieck} oberhalb Decke 0,17 m ²
		Auflagerkraft 1,53 kN

Gleichstreckenlast $p_{Ed} = 41,15 \text{ kN/m}$

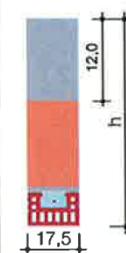
Auswahl Ziegelsturz:

Gesamthöhe = 70 cm < 75 cm → 62,5 cm

lichte Weite = 1,26 m

Lichte Weite m	Stützweite m	Sturzbreite $b = 17,5 \text{ cm}$ / Auflagerlänge $l_a = 17,5 \text{ cm}$									
		Gesamthöhe h in cm									
		25,0	30,0	35,0	40,0	45,0	50,0	62,5	75,0	100,0	125,0
B 500 A oder B 500 B - 1 Ø10	0,885	13,90	21,10	30,76	43,96	62,56	79,36	79,35	79,35	79,35	79,35
	1,010	11,71	17,42	24,80	34,46	47,31	61,10	70,98	70,98	70,98	70,98
	1,135	10,10	14,79	20,69	28,16	37,73	50,21	64,21	64,21	64,21	64,21
	1,260	8,87	12,83	17,70	23,71	31,21	40,65	53,92	58,62	58,62	58,62
	1,510	7,12	10,10	13,65	17,89	22,97	29,08	39,94	47,99	49,92	49,92
	1,760	5,93	8,30	11,06	14,28	18,03	22,42	34,78	36,39	43,47	43,47
	2,010	5,08	7,04	9,28	11,84	14,78	18,14	28,97	30,80	37,96	37,96
	2,260	4,44	6,10	7,97	10,09	12,48	15,18	23,59	27,64	30,56	30,56
	2,510	3,94	5,38	6,99	8,78	10,78	13,02	19,82	24,70	25,14	25,14
	2,760	3,54	4,81	6,21	7,76	9,48	11,37	16,78	20,67	22,93	22,93
2,885	3,37	4,56	5,88	7,34	8,93	10,69	15,43	19,01	21,99	21,99	

Übermauerung aus
POROTON-Ziegelmauerwerk
Druckfestigkeitsklasse ≥ 12
Lochung A
gem. Z-17.1-900, 3.1.2 (3)
mit Stahlbetondecke
Auflagerlänge $l_a = 17,5 \text{ cm}$



41,15 kN/m < 53,92 kN/m

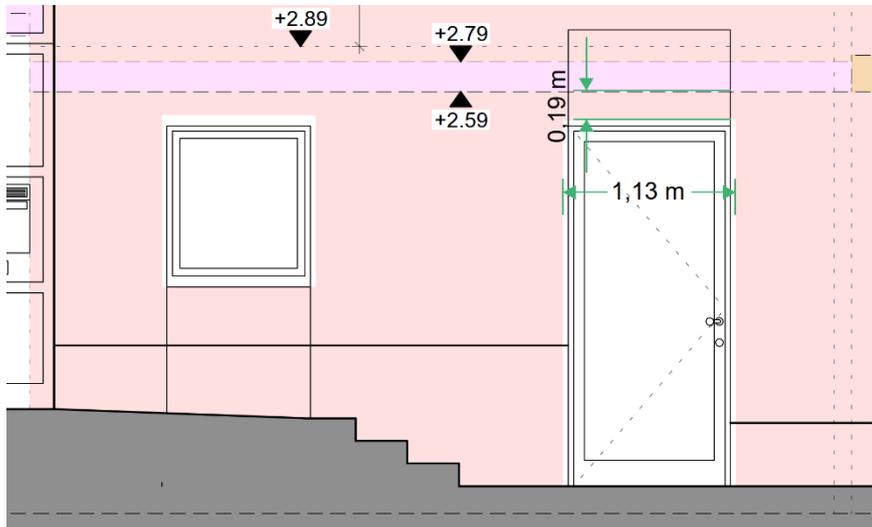
bei einer Auflagerlänge von 17,5 cm

Gesamtlänge Sturz $\geq 161 \text{ cm}$

Variante 1 mit Außenjalousie: Poroton Ziegelsturz $b = 17,5 \text{ cm}$, $h = 11,3 \text{ cm}$, Bewehrung 1 Ø10

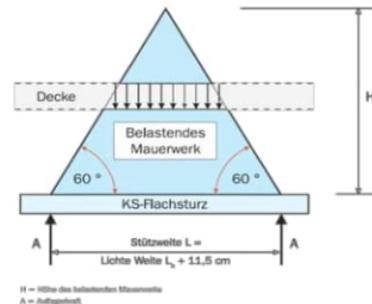
Variante 2 ohne Außenjalousie: 2 x Poroton Ziegelsturz $b = 11,5 \text{ cm}$, $h = 11,3 \text{ cm}$, Bewehrung 1 Ø8

- *Fenster/Türen Fahrzeughalle Bereich Lager, Öffnungsbreite $L \leq 1,13$ m, ohne Außenjalousie*
Poroton Ziegelsturz $2 \times b = 11,5$ cm, $h = 11,3$ cm, Bewehrung $1 \times \varnothing 8$
Übermauerung, Gesamthöhe mit Stahlbetondecke = 0,39 cm



Bemessungslast:

Geometrische Randbedingungen		Eigenschaften Mauerwerk / Beton		
lichte Raumhöhe	2,79 m	Beton	C25/30	$\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$
Deckenstärke	0,2 m	Mauerwerk		
Öffnungshöhe (inkl. Brüstung)	2,6 m	Steinrohddichte	$1,2 \text{ g/cm}^3$	$h = 24, \text{ cm}$
lichte Weite	1,13 m	Wichte	$13,0 \text{ kN/m}^3$	
Auflagerbreite	17,5 cm	+ WDVS	$1,0 \text{ kN/m}^2$	
Stützweite	1,31 m			
Linienauflagerkraft Decke	21,50 kN/m			
Übermauerung ohne Decke	0,19 m			
Übermauerung mit Decke	0,39 m			
Lastdreieck				
Höhe Lastdreieck	1,13 m > 0,19 m			
Sturz konstruktiv?	nein			
Bemessung				
<i>Berücksichtigung Deckenlast</i>		<i>Berücksichtigung Eigengewicht Mauerwerk</i>		
Einflusslänge Decke	1,09 m	A_{Trapez} Geschoss bis $U_{K_{\text{Decke}}}$	0,23 m ²	
Auflagerkraft	11,67 kN	A_{Dreieck} oberhalb Decke	0,32 m ²	
		Auflagerkraft	1,12 kN	



Berücksichtigung Deckenlast

Einflusslänge Decke	1,09 m
Auflagerkraft	11,67 kN

Berücksichtigung Eigengewicht Mauerwerk

A_{Trapez} Geschoss bis $U_{K_{\text{Decke}}}$	0,23 m ²
A_{Dreieck} oberhalb Decke	0,32 m ²
Auflagerkraft	1,12 kN

Gleichstreckenlast $p_{Ed} = 26,17 \text{ kN/m}$

Auswahl Ziegelsturz:

Gesamthöhe = 39 cm < 40 cm → 35 cm

lichte Weite = 1,13 m

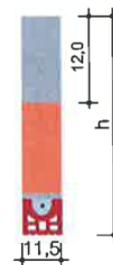
$26,17 \text{ kN/m} < 27,2 \text{ kN/m} = 2 \times 13,60 \text{ kN/m}$

bei einer Auflagerlänge von 17,5 cm, Gesamtlänge Sturz ≥ 148 cm

Tabelle für die zulässige Belastung q_{ed} in kN/m		Sturzbreite $b = 11,5 \text{ cm}$ / Auflagerlänge $l_a = 17,5 \text{ cm}$									
Lichte Weite m	Stützweite m	Gesamthöhe h in cm									
		25,0	30,0	35,0	40,0	45,0	50,0	62,5	75,0	100,0	125,0
0,885	1,060	9,13	13,87	20,21	28,89	41,11	59,12	63,48	58,61	58,61	58,61
1,010	1,185	7,70	11,45	16,30	22,64	31,09	42,65	56,79	53,38	53,38	53,38
1,135	1,310	6,64	9,72	13,60	18,51	24,80	33,00	51,37	48,98	48,98	48,98
1,260	1,435	5,83	8,43	11,63	15,58	20,51	26,72	43,14	46,89	45,25	45,25
1,510	1,685	4,88	6,64	8,97	11,75	15,09	19,11	31,95	38,40	39,04	39,04
1,760	1,935	3,90	5,46	7,27	9,38	11,85	14,74	24,42	29,12	34,59	34,32
2,010	2,185	3,34	4,62	6,10	7,78	9,71	11,92	19,04	23,88	29,57	29,32
2,260	2,435	2,92	4,01	5,24	6,63	8,20	9,98	15,51	19,23	23,81	23,61
2,510	2,685	2,59	3,53	4,59	5,77	7,09	8,55	12,84	15,82	20,05	19,41
2,760	2,935	2,32	3,16	4,08	5,10	6,23	7,47	10,74	13,24	17,35	16,25
2,885	3,060	2,21	3,00	3,87	4,82	5,87	7,03	9,88	12,18	15,96	14,95

maßgebend: B = Biegung, Q = Querkraft, V = Verankerung

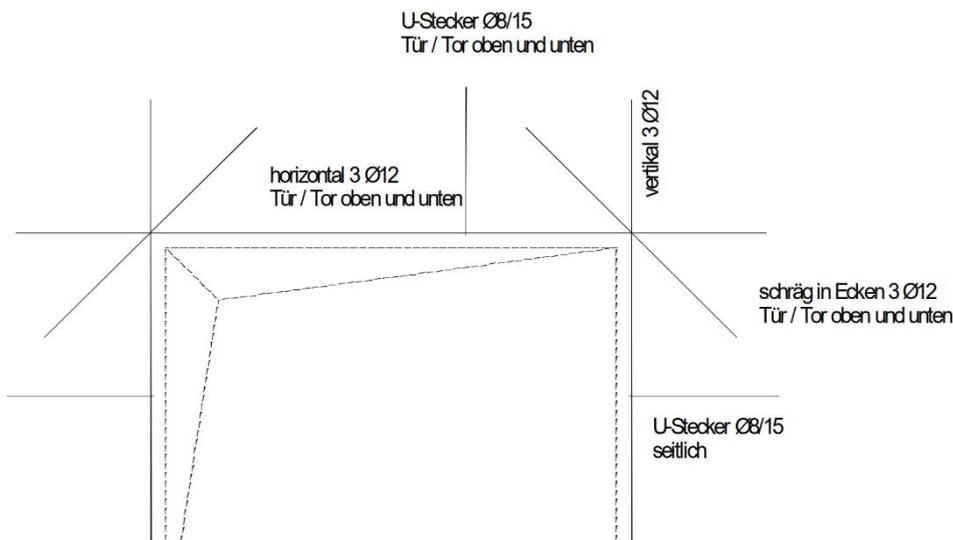
Übermauerung aus
POROTON-Ziegelmauerwerk
 Druckfestigkeitsklasse ≥ 12
Lochung A
 gem. Z-17.1-900, 3.1.2 (3)
 mit Stahlbetondecke
 Auflagerlänge $l_a = 17,5 \text{ cm}$



- **Weitere Öffnungen:**
 Bei schmalere Öffnungen (Fenster/Türen) und analoger Übermauerungshöhe sind die gewählten Stürze analog zu verwenden. Die Auflagerbreite ist zu beachten.

Stahlbetonwände

- Falls nicht anders aufgeführt werden Öffnungen in Stahlbetonwänden konstruktiv zusätzlich wie dargestellt bewehrt.



- Die großen Fensteröffnungen im Sozialbau zwischen Achse C/7-8 im OG und C/8-9 im EG erhalten Stahlbetonstürze gemäß Pos. OG_UZ03 und EG_UZ03
- Oberhalb der Toreinfahrten werden ebenfalls Stb-Unterzüge ausgeführt, die zwischen den Stützen spannen (Pos. EG_UZ04)

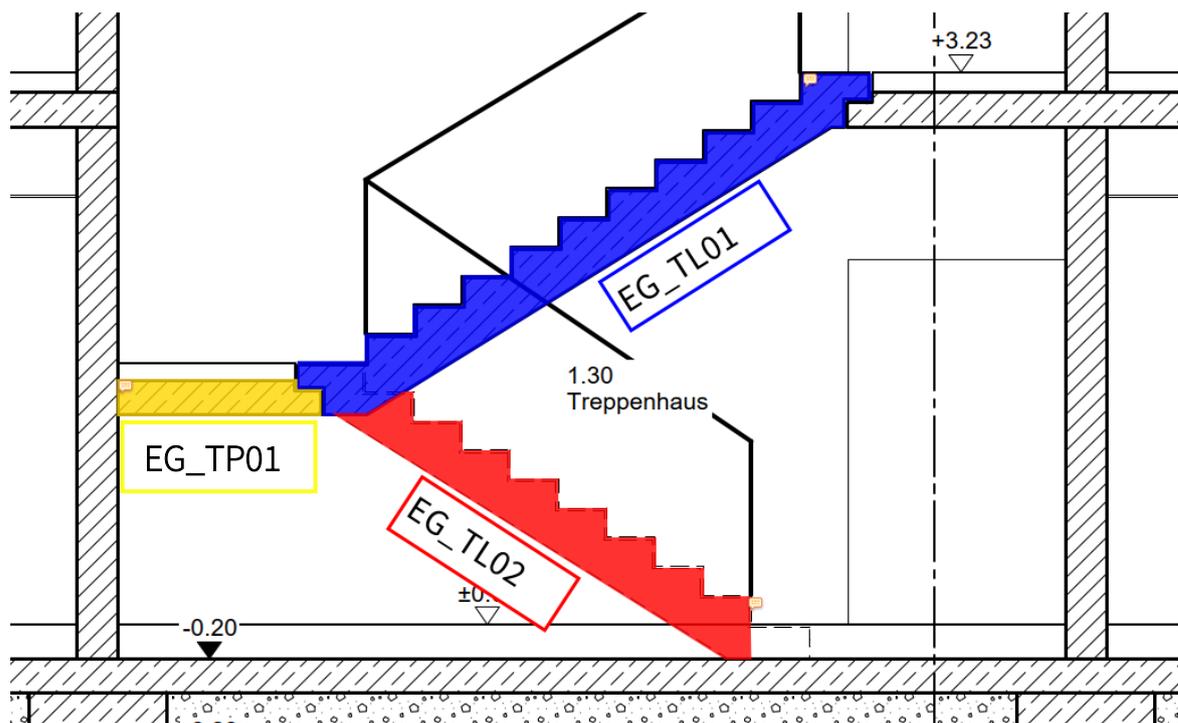
6. Treppen

6.1. Treppenhaus Sozialbau

6.1.1 Pos. EG_TL01: oberer Treppenlauf

Es folgt die Bemessung des oberen Treppenlaufes im Erdgeschoss im Bereich der Achsen C/6-7. Dieser spannt zwischen dem Zwischenpodest Pos. EG_TP01 und der Geschossdecke EG_DE01. Die Treppe wird in Fertigteilbauweise ausgeführt.

Auszug Architekturplan



Geometrie/Material

Stahlbeton	C25/30 XC1, WO;	$w = 0,40 \text{ mm}$
Betonstahl	B500	
Dicke	$h = 18 \text{ cm}$	
Stufenmaß	10 Stg. 17.0/28.0	

Betondeckung	$c_{nom} = 2,0$ cm (oben + unten)
Bewehrung oben	Ø10 / 15 längs und Ø8 / 15 cm quer
Bewehrung unten	Ø10 / 15 längs und Ø8 / 15 cm quer
Konsolbewehrung	gemäß Frilo-Ausdruck
Tronsolen	oben+unten Typ F-V1 der Fa. Schöck o. glw.

Lastannahmen

Ständige Lasten:

Eigenlasten programmintern	Wichte Stahlbeton 25 kN/m ³			
Fußbodenaufbau		$g_k =$	1,50	kN/m ²

Veränderliche Lasten:

Nutzlast Kat. T2		$q_k =$	5,00	kN/m ²
------------------	--	---------	------	-------------------

Nachweis der Rissbreitenbeschränkung

Hinweise nach Tab. 3 sind bei Bauausführung zu beachten

Tabelle 3. Empfohlene Anhaltswerte für die Betonzugfestigkeit bei Zwang aus Abfließen der Hydratationswärme (Tabelle 7 aus DBV [1])

S	1	2	3	4	5
Z	Festigkeitsentwicklung des Betons	Bauteildicke h			
		$\leq 0,30$ m	$\leq 0,80$ m	$\leq 2,0$ m	$> 2,0$ m
1	langsam ($r < 0,30$) ^{1) 2)}	– ³⁾	$0,60f_{ctm}$	$0,70f_{ctm}$ ⁴⁾	$0,80f_{ctm}$ ⁴⁾
2	mittel ($r < 0,50$) ¹⁾	$0,65f_{ctm}$	$0,75f_{ctm}$	$0,85f_{ctm}$	$0,95f_{ctm}$
3	schnell ($r \geq 0,50$) ¹⁾	$0,80f_{ctm}$	$0,90f_{ctm}$	$1,0f_{ctm}$	$1,00f_{ctm}$

¹⁾ Die Festigkeitsentwicklung des Betons wird durch das Verhältnis $r = f_{cm}(2 \text{ d}) / f_{cm}(28 \text{ d})$ beschrieben, das bei der Eignungsprüfung oder auf der Grundlage eines bekannten Verhältnisses von Beton vergleichbarer Zusammensetzung (d. h. gleicher Zement, gleicher w/z-Wert) ermittelt wurde.

Wird bei besonderen Anwendungen die Druckfestigkeit zu einem späteren Zeitpunkt $t > 28$ Tage bestimmt, ist das Verhältnis der mittleren Druckfestigkeit nach 2 Tagen $f_{cm}(2 \text{ d})$ zur mittleren Druckfestigkeit zum Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit $f_{cm}(t)$ zu ermitteln oder es ist vom Betonhersteller eine Festigkeitsentwicklungskurve bei 20 °C zwischen 2 Tagen und dem Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit anzugeben.

²⁾ Bei Festigkeitsklassen $\geq C30/37$ ist es i. d. R. nicht möglich, das Festigkeitsverhältnis $r \leq 0,30$ bezogen auf 28 Tage zu begrenzen. In diesen Fällen ist es erforderlich, den Zeitpunkt des Nachweises der Festigkeitsklasse auf einen späteren Zeitpunkt (z. B. 56 Tage) zu vereinbaren.

³⁾ Die Auslegung der Bewehrung bei dünnen Bauteilen auf eine langsame Festigkeitsentwicklung ist nicht sinnvoll. Es sollte grundsätzlich mindestens eine mittlere Festigkeitsentwicklung angenommen werden.

⁴⁾ Der empfohlene Anhaltswert für massige Bauteile ist erst bei der Verwendung von langsam erhärtenden Betonen mit einem Prüfalter von 91 Tagen zu erwarten.

Begrenzung der Rissbreite unter zentrischen Zwang $k_c = 1,0$			
(Direkte Berechnung nach DIN EN 1992-1-1, 7.3.2 + NA)			
Bewehrungsrichtung		x- Richtung	y- Richtung
Beton	Betongüte	C25/30	
	Betonzugfestigkeit	f_{ctm} [N/mm ²]	2,60
	Festigkeitsentwicklung des Betons	r	< 0,5
	Beiwert für Zeitpunkt Rissbildung	$k_{z,t}$ [%]	65
	wirksame Zugfestigkeit	$f_{ct,eff}$ [N/mm ²]	1,69
Bewehrung	Stahlsorte	B	B 500
	Elastizitätsmodul	E_s [N/mm ²]	200.000
		E_{cm} [N/mm ²]	31.000
	Durchmesser	d_s/d_{sv} [mm]	10 10
	Stababstand	s [cm]	15,0 15,0
	Mattenbewehrung	(j / n)	n n
	Querschnitt je Bauteilseite	$A_{s1}=A_{s2}$ [cm ² /m]	5,24 5,24
	Gesamtquerschnitt	vorh A_s [cm ² /m]	10,47 10,47
Abmessung	Betonüberdeckung	c_{nom} [cm]	2,0 3,0
	Bauteilhöhe	h [cm]	18,0
	Betonquerschnitt	A_{ct} [cm ² /m]	1.800,0
	Achsabstand Bewehrung	d_1 [cm]	2,5 3,5
	Wirkungstiefe Bewehrung	h_{eff} [cm]	6,8 8,8
	wirksame Betonzugfläche	$A_{c,eff}$ [cm ² /m]	1.360,0 1.760,0
Beiwerte	Spannungsverteilung innerhalb Zugzone	k_c	1,00
	Verteilung Betonzug-spannungen	k	0,80
	effektiver Bewehrungsgrad	$_{eff} \rho$	0,8% 0,6%
	geometrischer Bewehrungsgrad	ρ_{tot}	0,8% 0,6%
	Betonstahlspannung im Riss		
	$\sigma_s = k_c * k * f_{ct,eff} * A_c / A_s$		232,39 232,39
	mittlere Differenzdehnung Stahl - Beton	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0,070% 0,070%
	Maximaler Rissabstand	$s_{r,max}$ [mm]	361 382
Achtung bei Mattenbewehrung (DIN EN 1992-1-1-NA, 7.3.4(3)):			
	Rissabstand < doppelte Maschenweite	$s_{r,max}$ [mm] <	300 300
Vorhandene rechnerische Rissweite		w_k [mm]	0,253 0,266

Bemessung

Alle GZT und GZG Nachweise gemäß nachfolgendem Frilo-Ausdruckprotokoll.

Bemessung Tronsolen

Auflager A: $F_{z,Ed} = 31,1 \text{ kN/m}$

Tronsole Typ F-V1 $F_{z,Rd} = 42,4 \text{ kN/m} > F_{z,Ed}$

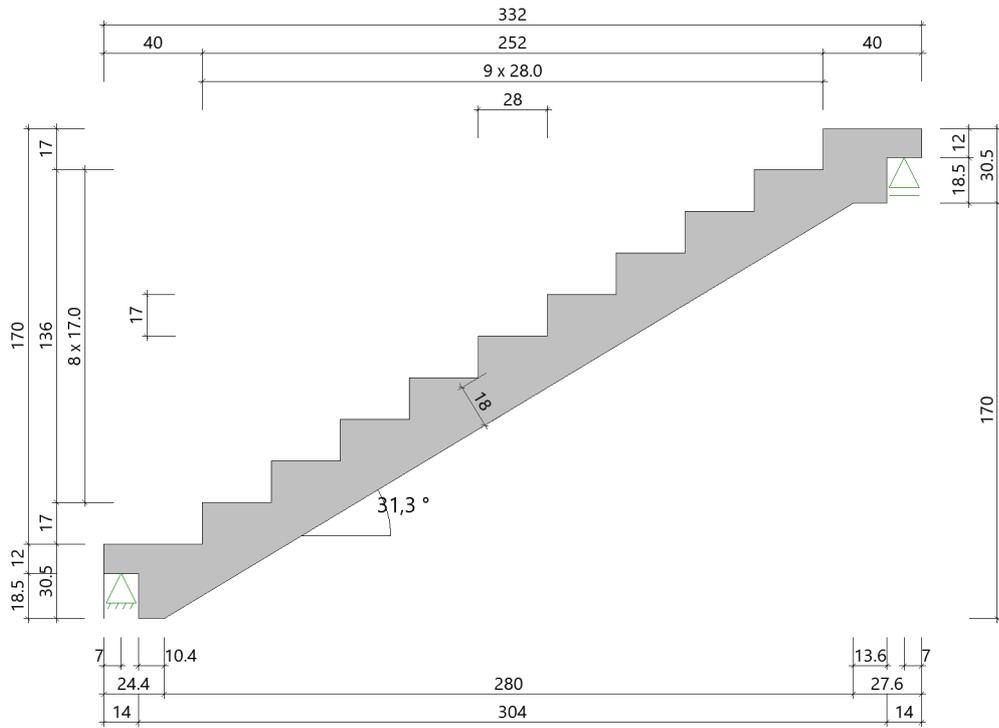
Typ F:

Schöck Tronsole® Typ	F-V1	F-V2
$v_{Rd,z} \text{ [kN/m]}$	42,4	59,3
$v_{Rd,x} \text{ [kN/m]}$	±3,8	±3,8
$v_{Rd,y} \text{ [kN/m]}$	±3,8	±3,8

Pos. EG_TL01

Treppenlauf (x64) B7+ 01/23 (FRILO R-2023-1/P07)

Systemgrafik



Geometrie

Rfb Podest oben - Rfb Podest unten	$H_1 =$	170.0 cm
Länge vom 1. bis zum letzten Antritt	$L_1 =$	252.0 cm
Länge unteres Podest bis VK Auflager	$L_2 =$	40.0 cm
Länge oberes Podest bis VK Auflager	$L_3 =$	40.0 cm
Laufbreite	$B_1 =$	135.0 cm
Belagbreite	$B_2 =$	135.0 cm
Verkehrslastbreite	$B_3 =$	135.0 cm
Anzahl der Steigungen	$n_s =$	10
Antrittshöhe unten	$H_u =$	17.0 cm
Antrittshöhe oben	$H_o =$	17.0 cm
Treppenstufen	$H_s / L_s =$	17.0 / 28.0 cm
Unterschneidung	$u =$	0.0 cm
Treppenlaufdicke	$D_1 =$	18.0 cm
Dicke unteres Podest	$D_2 =$	30.5 cm
Dicke oberes Podest	$D_3 =$	30.5 cm
Länge der Laufuntersicht im Grundriß	$L_4 =$	280.0 cm
Abstand 1. Antritt bis zum Knickpunkt unten	$L_5 =$	-15.6 cm
Länge der unteren Auflagerkonsole	$L_6 =$	14.0 cm
Länge der oberen Auflagerkonsole	$L_7 =$	14.0 cm
Dicke der unteren Auflagerkonsole	$D_6 =$	12.0 cm
Dicke der oberen Auflagerkonsole	$D_7 =$	12.0 cm
Abstand unteres Auflager vom Konsolenende	$L_{14} =$	7.0 cm
Abstand oberes Auflager vom Konsolenende	$L_{15} =$	7.0 cm

Lagerung

unten: gelenkig mit Konsole

oben: gelenkig mit Konsole

Auflager

Ort [-]	horizontal [kN/m]	vertikal [kN/m]	drehend [kNm/rad]
links	starr	starr	frei
rechts	frei	starr	frei

Dauerhaftigkeit

Anforderungen Dauerhaftigkeit

Betonangriff	X0
Bewehrungskorrosion	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 10 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 10 \text{ mm} \quad *5$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 20 \text{ mm}$
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 20 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$

*5: Verbund maßgebend

Sicherheits- und Kombinationsbeiwerte

Einwirkungsgruppe	γ_G	γ_Q	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Kat. B: Bürogebäude	1,35	1,5	0,7	0,5	0,3

Belastung

Ort [-]	Typ [-]	g [kN/m ²]	q [kN/m ²]
unteres Podest/ Konsole	Belag	1.50	-
	Verkehr	-	5.00
Treppenlauf	Belag	1.50	-
	Verkehr	-	5.00
oberes Podest/ Konsole	Belag	1.50	-
	Verkehr	-	5.00

Resultierende Belastung (bezogen auf die horizontale Fläche)

Ort [-]	Typ [-]	g [kN/m ²]	q [kN/m ²]
unteres Podest/ Konsole	Eigengewicht	7.63	-
	Belag	1.50	-
	Verkehr	-	5.00
	Summe	9.13	5.00
Treppenlauf	Eigengewicht	7.39	-
	Belag	1.50	-
	Verkehr	-	5.00
	Summe	8.89	5.00
oberes Podest/ Konsole	Eigengewicht	7.63	-

Ort [-]	Typ [-]	g [kN/m ²]	q [kN/m ²]
	Belag	1.50	-
	Verkehr	-	5.00
	Summe	9.13	5.00

Das Eigengewicht ist mit $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Norm, Materialien und Bewehrungslage

Bemessung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

Baustoffe:	Beton	C25/30	Stahl	B500A
	$\gamma_c =$	1.50	$\gamma_s =$	1.15
	$f_{ck} =$	25.0 N/mm ²	$f_{yk} =$	500.0 N/mm ²
	$f_{cd} =$	14.2 N/mm ²	$f_{yd} =$	434.8 N/mm ²

Einzellängen (bezogen auf die Stabachsen)

	unteres Podest	Treppenlauf	oberes Podest
Abmessung	0.25 m	2.80 m (L _{hor}) 1.70 m (L _{vert}) 3.28 m (L _{ges})	0.13 m

Bewehrungslage unten $d_1 = 3.0 \text{ cm}$

Bewehrungslage oben $d_2 = 3.0 \text{ cm}$

Biegebemessung

Alle Bemessungsergebnisse je m Treppenbreite!

Biegebewehrung

Ort [-]	h [cm]	M _{Ed} [kNm/m]	N _{Ed} [kN/m]	erf. a _{su} [cm ² /m]	erf. a _{so} [cm ² /m]	Info [-]
unteres Podest, untere Bewehrung	30.5	7.21	0.0	3.2	0.0	*)
Treppenlauf, untere Bewehrung	18.0	24.62	0.6	3.8	0.0	
oberes Podest, untere Bewehrung	30.5	3.81	0.0	3.2	0.0	*)

*) Mindestlängsbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.1.1 (1) ist maßgebend.

vorh. Bewehrung

untere Bewehrung $9 \text{ } \varnothing 10 / 15.6 \text{ cm}$ (Anzahl \varnothing vom Anwender gewählt)
vorh. a_{su} = 5.24 cm²/m

Hinweis: vorh. a_s (bezogene Bewehrung) = vorh. A_s (absolute Bewehrung) / B₁ (Laufbreite).

Schubbemessung

Schubbewehrung B500A

Ort [-]	V_{Ed} [kN/m]	N_{Ed} [kN/m]	k_z [-]	θ [Grad]	a_{sL} [cm ² /m]	$V_{Rd,c}$ [kN/m]	$V_{Rd,max}$ [kN/m]	erf. $a_{sBü}$ [cm ² /m ²]	Info [-]
unteres Podest links	31.1	0.0	0.85	18.4	0.0	121.4	749.1	4.7	*)
unteres Podest rechts	26.1	0.0	0.85	18.4	3.2	121.4	749.1	4.7	*)
Treppenlauf links	22.3	-13.5	0.73	18.4	2.1	75.6	350.6	0.0	
Treppenlauf rechts	-24.4	14.8	0.73	18.4	2.2	72.8	350.6	0.0	
oberes Podest links	-28.5	0.0	0.85	18.4	3.2	121.4	749.1	4.7	*)
oberes Podest rechts	-31.0	0.0	0.85	18.4	0.0	121.4	749.1	4.7	*)

*) Mindestschubbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.2 (5) ist maßgebend.

Rissbreitennachweis

Der Nachweis erfolgt mit der quasiständigen Einwirkungskombination

Rissbreitenbegrenzung Treppe:

Ort [-]	h [cm]	M_{Ed} [kNm]	N_{Ed} [kN]	vorh. A_{su} [cm ²]	vorh. A_{so} [cm ²]	UWK [-]	$d_{s,vorh}$ [mm]	$d_{s,Grenz}$ [mm]	vorh. W [mm]	zul. W [mm]
Treppenlauf, untere Seite	18.0	17.71	0.5	7.1	0.0	XC1	10	39	0.10	0.40

Verformung

Die Berechnung erfolgt mit der quasiständigen Einwirkungskombination für den Zustand I ($E_{cm} = 31000$ N/mm²).max. $f = 0.1$ cm (im Treppenlauf bei $x = 1.64$ m)

Hinweis: Der Durchbiegungswert ist senkrecht zur entsprechenden Bauteilachse zu verstehen. Der x-Wert bezieht sich auf den Bauteilanzfang (Anfang unteres Podest, Treppenlauf, oberes Podest usw.) und verläuft in Richtung der Bauteilachse.

Auflagerkräfte

Definition Auflagerkräfte

(A) linkes Auflager (v) vertikale Auflagerkraft
(B) rechtes Auflager (h) horizontale Auflagerkraft

Auflagerkräfte je m Treppenbreite

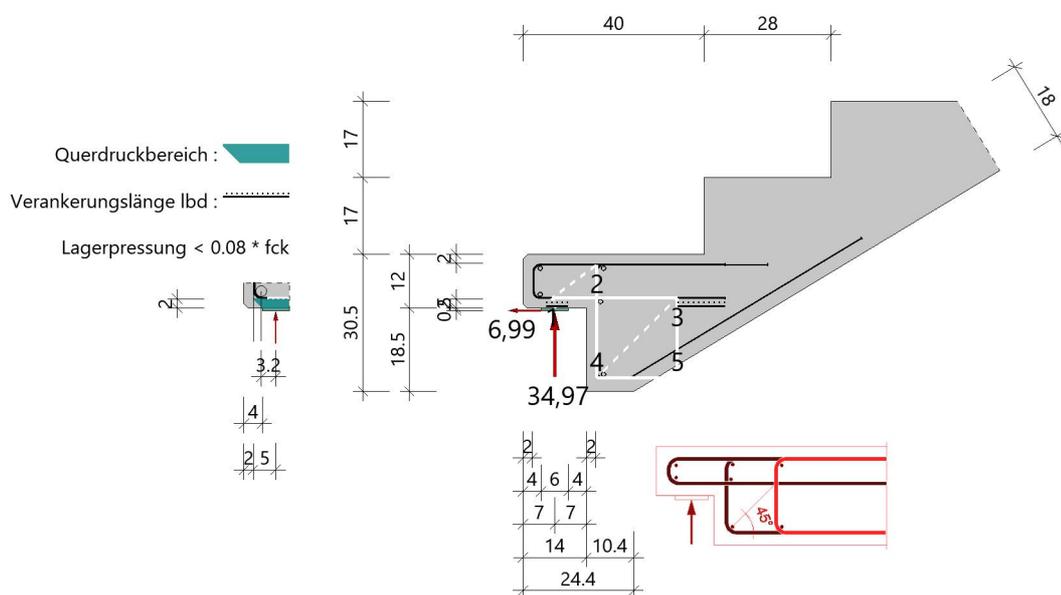
	A_v [kN/m]	A_h [kN/m]	B_v [kN/m]	B_h [kN/m]
$\gamma = 1.0$				
gesamt	22.1	0.0	22.1	0.0
aus g	14.2	0.0	14.2	0.0
aus q	7.9	0.0	8.0	0.0
γ -fach				

	A_v [kN/m]	A_h [kN/m]	B_v [kN/m]	B_h [kN/m]
gesamt	31.1	0.0	31.0	0.0
aus g	19.2	0.0	19.1	0.0
aus q	11.9	0.0	11.9	0.0

Treppeneigengewicht

Das Treppeneigengewicht (ohne Belag) G_k beträgt 31.8 kN

Grafik Konsole unten



Eingaben:

Streifenlager: Breite = 6.0 cm Dicke = 0.5 cm Tiefe = 120.0 cm
 Betondeckung Konsole: $c_{v,oben}$ = 2.0 cm $c_{v,unten}$ = 2.0 cm $c_{v,links}$ = 2.0 cm
 Aufhängebewehrung: $c_{v,unten}$ = 2.7 cm $c_{v,links}$ = 2.0 cm

Horizontallast H_{Ed} = 6.99 kN/m (20 % aus F_{Ed} = 34.97 kN/m)

Ergebnisse

Neigung der Druckstreben: Winkel₂₁₃ Θ_1 = 36.9° Winkel₂₄₃ Θ_2 = 45.0°

$$\begin{aligned} \sigma_{Rd,max} &= k_2 \cdot v' \cdot f_{cd} &= 0.75 \cdot 1.0 \cdot 0.85 \cdot 25 / 1.50 &= 10.63 \text{ N/mm}^2 \\ v &= 0.7 - f_{ck} / 200 &= 0.7 - 25.00 / 200 &= 0.575 \\ V_{Rd,max} &= 0.5 \cdot v' \cdot b \cdot z_k \cdot f_{ck} / \gamma_c &= 0.5 \cdot 0.575 \cdot 100.0 \cdot 7.40 \cdot 2.50 / 1.50 &= 354.6 \text{ kN} \\ \text{Lagerpressung:} & & & \\ \sigma_{ld} &= F_{Ed} / (b \cdot t) &= 34.97 / (6.0 \cdot 100.0) &= 0.58 \text{ N/mm}^2 \quad \eta = 0.05 \\ \text{Druckstrebe:} & & & \\ a_1 &= 2 \cdot d_{\text{Konssole,un}} &= 2 \cdot 2.3 &= 4.6 \text{ cm} \\ a_2 &= (a_1 \cdot a_v / z_k + l_p) \cdot \sin(\Theta_1) &= (4.60 \cdot 9.86 / 7.40 + 6.0) \cdot 0.6003 &= 7.3 \text{ cm} \\ \sigma_{cd} &= F_{cd,12} / (a_2 \cdot t) &= 58.3 / (7.28 \cdot 100.0) &= 0.80 \text{ N/mm}^2 \quad \eta = 0.08 \end{aligned}$$

$$a_c / h_c = 0.58$$

$V_{Rd,c} = 48.01 > F_{Ed} = 34.97$ und $a_c / h_c > 0.5 \Rightarrow$ es ist kein zweiter Bügel notwendig.

$$\begin{aligned} a_H &= h_{\text{Stl}} + d_{\text{Konssole,un}} &= 0.5 + 2.3 &= 2.8 \text{ cm} \\ \Delta a_c &= H_{Ed} / F_{Ed} \cdot a_H &= 6.99 / 34.97 \cdot 2.8 &= 0.6 \text{ cm} \\ a_v &= d_{\text{aufh,un}} + a_c + \Delta a_c &= 2.3 + 7.0 + 0.56 &= 9.9 \text{ cm} \\ z_k &= h_c - d_{\text{Konssole,ob}} - d_{\text{Konssole,un}} &= 12.0 - 2.3 - 2.3 &= 7.4 \text{ cm} \\ z &= d_{\text{Podest}} - d_{\text{Konssole,ob}} - d_{\text{aufh,un}} &= 30.5 - 2.3 - 3.0 &= 25.2 \text{ cm} \\ F_{cd(1,2)} &= -F_{Ed} / \sin \Theta_1 &= -35.0 / 0.6003 &= -58.3 \text{ kN} \\ F_{td(1,3)} &= F_{Ed} \cdot a_v / z_k + H_{Ed} &= 35.0 \cdot 9.86 / 7.40 + 7.0 &= 53.6 \text{ kN} \\ F_{td(2,4)} &= F_{Ed} + H_{Ed} \cdot z_k / z \cdot \cot \Theta_2 &= 35.0 + 7.0 \cdot 7.40 / 25.20 \cdot 1.00 &= 37.0 \text{ kN} \\ F_{cd(3,4)} &= -F_{td(2,4)} / \cos(\Theta_2) &= -37.0 / 0.7071 &= -52.4 \text{ kN} \\ F_{td(4,5)} &= F_{cd(3,4)} \cdot \cos(\Theta_2) &= 52.4 \cdot 0.7071 &= 37.0 \text{ kN} \end{aligned}$$

Konsolenbewehrung

$$a_{s,erf} = F_{td(1,3)} / f_{yd} = 53.6 / 43.48 = 1.23 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \text{gewählt } \emptyset 6 / 10 = 2.83 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \eta = 0.44$$

Aufhängebewehrung

$$a_{s,erf} = F_{td(2,4)} / f_{yd} = 37.0 / 43.48 = 0.85 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \text{gewählt } \emptyset 6 / 10 = 2.83 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \eta = 0.30$$

Zweiter Aufhängerbügel ist erforderlich, Schubbewehrung im Podest.

Verankerung am Konsolenende

$$\begin{aligned} f_{bd} &= 2.25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} &= 2.25 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 0.12 &= 0.269 \\ l_{b,rqd} &= \emptyset / 4 \cdot f_{yd} / f_{bd} &= 0.6 / 4 \cdot 43.48 / 0.269 &= 24.2 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$c_d = 2.0 \text{ cm}, \emptyset 6 \text{ mm}, p = 0.58 \text{ N/mm}^2, A_{s,erf} / A_{s,vorh} = 1.2 \text{ cm}^2 / 2.8 \text{ cm}^2$$

$$\alpha_1 = 0.7 \quad \alpha_2 = 1.0 \quad \alpha_3 = 1.0 \quad \alpha_4 = 1.0 \quad \alpha_5 = 0.67 \quad (\text{Formeln ohne } \alpha_i = 1.0)$$

$$l_{b,min} = \max\{(0.3 \cdot \alpha_1 \cdot l_{b,rqd} \cdot 2/3); (6.7 \cdot \emptyset)\} = \max\{(0.3 \cdot 0.7 \cdot 24.2 \cdot 2/3); (6.7 \cdot 0.6)\} = 4.0 \text{ cm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} \cdot A_{s,erf} / A_{s,vorh} = 0.7 \cdot 0.67 \cdot 24.2 \cdot 1.23 / 2.83 = 4.9 \text{ cm}$$

$$l_{bd} = \max(l_{bd}; l_{b,min}) = \max(4.9; 4.0) = 4.9 \text{ cm}$$

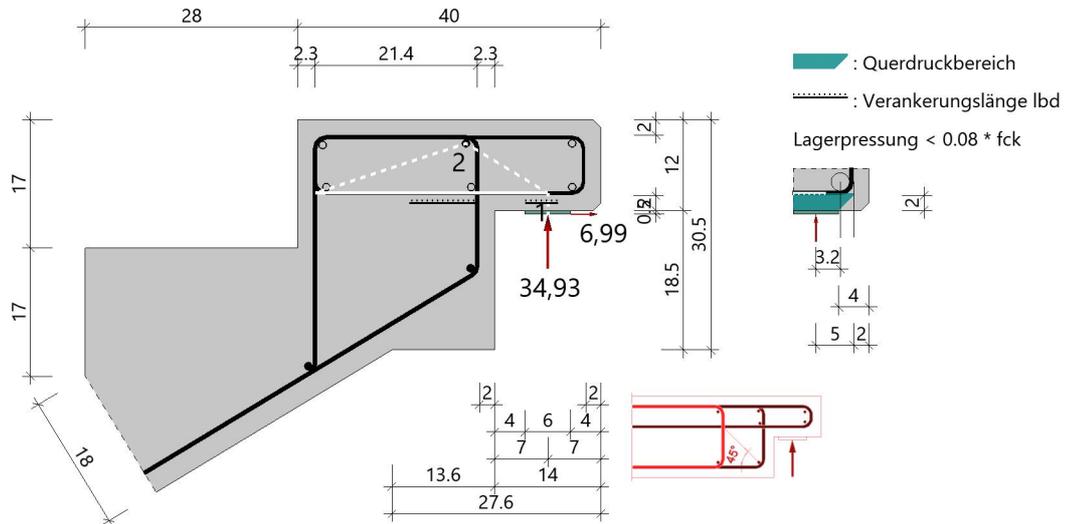
$$l_{b,vorh} = 8.0 \text{ cm} \geq l_{bd} = 4.9 \text{ cm} \quad \checkmark$$

Verankerung im Podest

$$\alpha_1 = 1.0 \quad \alpha_2 = 1.0 \quad \alpha_3 = 1.0 \quad \alpha_4 = 1.0 \quad \alpha_5 = 1.0 \quad (\text{Formeln ohne } \alpha_i = 1.0)$$

$$\begin{aligned}
 l_{b,\min} &= \max\{(0.3 \cdot l_{b,\text{reqd}}); (10 \cdot \emptyset)\} &= \max\{(0.3 \cdot 24.2); (10 \cdot 0.6)\} &= 7.3 \text{ cm} \\
 l_{bd} &= l_{b,\text{reqd}} \cdot A_{s,\text{erf}} / A_{s,\text{vorh}} &= 24.2 \cdot 1.23 / 2.83 &= 10.6 \text{ cm} \\
 l_{bd} &= \max(l_{bd}; l_{b,\min}) &= \max(10.6; 7.3) &= 10.6 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Grafik Konsole oben



Eingaben:

Streifenlager:	Breite = 6.0 cm	Dicke = 0.5 cm	Tiefe = 120.0 cm
Betondeckung Konsole:	$c_{v,\text{oben}} = 2.0 \text{ cm}$	$c_{v,\text{unten}} = 2.0 \text{ cm}$	$c_{v,\text{rechts}} = 2.0 \text{ cm}$
Aufhängebewehrung:	$c_{v,\text{unten}} = 2.7 \text{ cm}$	$c_{v,\text{rechts}} = 2.0 \text{ cm}$	

Horizontallast $H_{Ed} = 6.99 \text{ kN/m}$ (20 % aus $F_{Ed} = 34.93 \text{ kN/m}$)

Ergebnisse (nach Heft 600)

Querkraft	$V_{Ed} = 34.9 \text{ kN}$	Querkraftwiderstand	$V_{Rd,c} = 48.0 \text{ kN}$
Nutzhöhe	$d = 9.7 \text{ cm}$	Verhältnis	$a_c / h_c = 0.58$
Druckstrebe	$V_{Rd,\text{max}} = 564.7 \text{ kN}$	Hebelarm	$z = 8.7 \text{ cm}$
Faktor	$v = 0.58$		
Lage der Druckstreben	$z_0 = 6.6 \text{ cm}$ [#]	Verhältnis	$a_c / z_0 < 1.06$
Abstand	$a_H = 2.8 \text{ cm}$	Zuggurtkraft	$F_{sd} = 47.0 \text{ kN}$
Aufhängekraft	$Z_s = 50.1 \text{ kN}$		

Druckstrebe $V_{Rd,\text{max}} = 564.7 \text{ kN} \geq V_{Ed} = 34.9 \text{ kN}$
 Pressung unter Lager $\sigma_c = 0.58 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{Rd,\text{max}} = 10.63 \text{ N/mm}^2$

Längsbewehrung $\emptyset 10$

Es wurde mit reduziertem z_0 gerechnet. $z_0 = d - c_{v,\text{oben}} - d_{\text{Aufhängebew.}} - d_{\text{Längsbew.}}/2$

Zuggurt

erforderlich $a_s = 1.08 \text{ cm}^2/\text{m}$ gewählt $\emptyset 6 / 10 = 2.83 \text{ cm}^2/\text{m}$

Aufhängebewehrung

erforderlich $a_s = 1.15 \text{ cm}^2/\text{m}$ gewählt $\emptyset 6 / 10 = 2.83 \text{ cm}^2/\text{m}$

Verankerung

Verbundbedingungen $\eta_1 = 1.00$ Stabdurchmesser $\eta_2 = 1.00$ Grundwert $l_{b,rqd} = 24.22$

Verankerung am Konsolende

Beiwert	$\alpha_1 = 0.70$	Beiwert	$\alpha_4 = 1.00$
Beiwert	$\alpha_5 = 0.67$	Verbundspannung	$f_{bd} = 2.693 \text{ N/mm}^2$
Mindestverankerungslänge	$l_{b,min} = 4.0 \text{ cm}$	Bemessungswert	$l_{bd} = 4.3 \text{ cm}$
Verankerungslänge	$l_{b,vorh} = 8.0 \text{ cm}$		

Nachweis der Verankerungslänge am Konsolende ist erbracht.

Verankerung im Bauteil

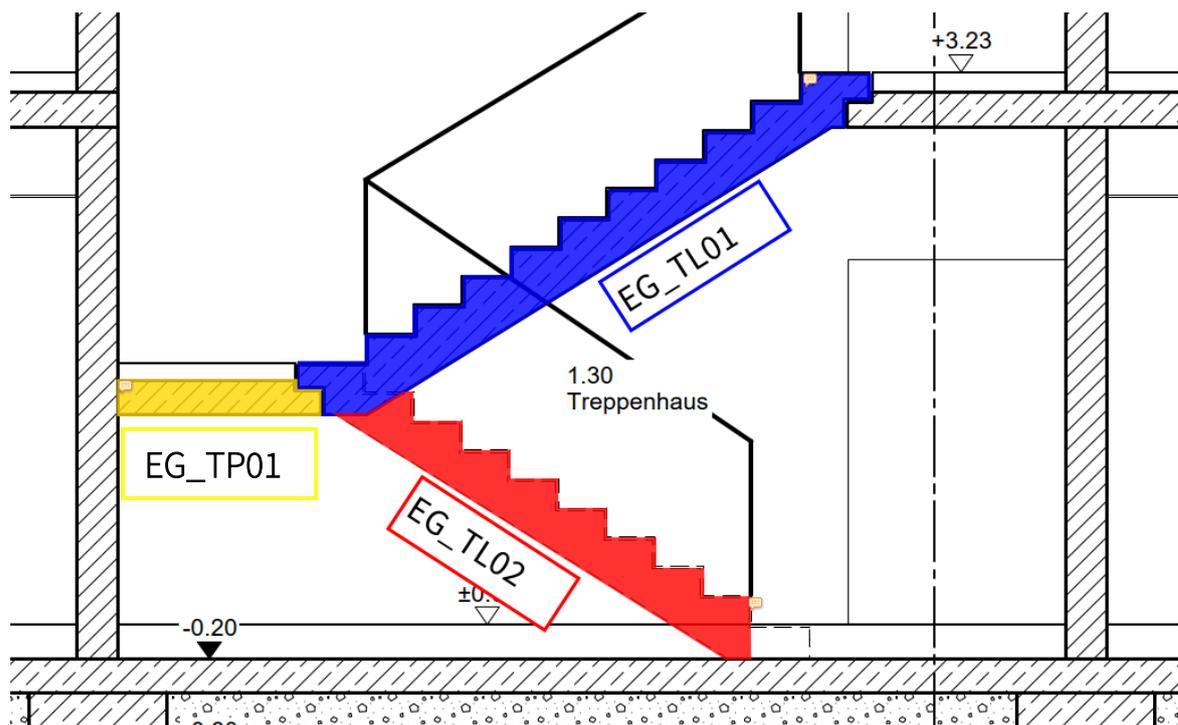
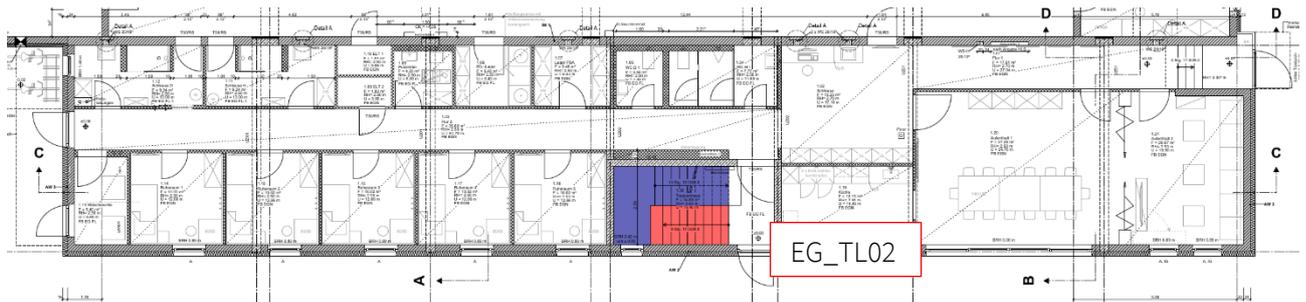
Beiwert	$\alpha_1 = 1.00$	Beiwert	$\alpha_4 = 1.00$
Beiwert	$\alpha_5 = 1.00$	Verbundspannung	$f_{bd} = 2.693 \text{ N/mm}^2$
Mindestverankerungslänge	$l_{b,min} = 7.3 \text{ cm}$	Bemessungswert	$l_{bd} = 9.3 \text{ cm}$

Nachweis der Verankerungslänge im Bauteil ist erbracht.

6.1.2 Pos. EG_TL02: unterer Treppenlauf

Es folgt die Bemessung des unteren Treppenlaufes im Erdgeschoss im Bereich der Achsen C/6-7. Dieser spannt zwischen dem Zwischenpodest Pos. EG_TP01 und der Bodenplatte EG_BP01. Die Treppe wird in Fertigteilbauweise ausgeführt.

Auszug Architekturplan



Geometrie/Material

Stahlbeton	C25/30 XC1, WO;	w = 0,40 mm
Betonstahl	B500	
Dicke	h = 18 cm	
Stufenmaß	9 Stg. 17.0/28.0	

Betondeckung	$c_{nom} = 2,0$ cm (oben + unten)
Bewehrung oben	Ø10 / 15 längs und Ø8 / 15 cm quer
Bewehrung unten	Ø10 / 15 längs und Ø8 / 15 cm quer
Konsolbewehrung	gemäß Frilo-Ausdruck
Tronsolen	Typ F-V1 bzw. Typ D + Typ B-V1 der Fa. Schöck o. glw.

Lastannahmen

Ständige Lasten:

Eigenlasten programmintern	Wichte Stahlbeton 25 kN/m ³			
Fußbodenaufbau		$g_k =$	1,50	kN/m ²

Veränderliche Lasten:

Nutzlast Kat. T2		$q_k =$	5,00	kN/m ²
------------------	--	---------	------	-------------------

Nachweis der Rissbreitenbeschränkung

Hinweise nach Tab. 3 sind bei Bauausführung zu beachten

Tabelle 3. Empfohlene Anhaltswerte für die Betonzugfestigkeit bei Zwang aus Abfließen der Hydratationswärme (Tabelle 7 aus DBV [1])

S	1	2	3	4	5
Z	Festigkeitsentwicklung des Betons	Bauteildicke h			
		$\leq 0,30$ m	$\leq 0,80$ m	$\leq 2,0$ m	$> 2,0$ m
1	langsam ($r < 0,30$) ^{1) 2)}	— ³⁾	$0,60f_{ctm}$	$0,70f_{ctm}$ ⁴⁾	$0,80f_{ctm}$ ⁴⁾
2	mittel ($r < 0,50$) ¹⁾	$0,65f_{ctm}$	$0,75f_{ctm}$	$0,85f_{ctm}$	$0,95f_{ctm}$
3	schnell ($r \geq 0,50$) ¹⁾	$0,80f_{ctm}$	$0,90f_{ctm}$	$1,0f_{ctm}$	$1,00f_{ctm}$

¹⁾ Die Festigkeitsentwicklung des Betons wird durch das Verhältnis $r = f_{cm}(2 \text{ d}) / f_{cm}(28 \text{ d})$ beschrieben, das bei der Eignungsprüfung oder auf der Grundlage eines bekannten Verhältnisses von Beton vergleichbarer Zusammensetzung (d. h. gleicher Zement, gleicher w/z-Wert) ermittelt wurde.

Wird bei besonderen Anwendungen die Druckfestigkeit zu einem späteren Zeitpunkt $t > 28$ Tage bestimmt, ist das Verhältnis der mittleren Druckfestigkeit nach 2 Tagen $f_{cm}(2 \text{ d})$ zur mittleren Druckfestigkeit zum Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit $f_{cm}(t)$ zu ermitteln oder es ist vom Betonhersteller eine Festigkeitsentwicklungskurve bei 20 °C zwischen 2 Tagen und dem Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit anzugeben.

²⁾ Bei Festigkeitsklassen $\geq C30/37$ ist es i. d. R. nicht möglich, das Festigkeitsverhältnis $r \leq 0,30$ bezogen auf 28 Tage zu begrenzen. In diesen Fällen ist es erforderlich, den Zeitpunkt des Nachweises der Festigkeitsklasse auf einen späteren Zeitpunkt (z. B. 56 Tage) zu vereinbaren.

³⁾ Die Auslegung der Bewehrung bei dünnen Bauteilen auf eine langsame Festigkeitsentwicklung ist nicht sinnvoll. Es sollte grundsätzlich mindestens eine mittlere Festigkeitsentwicklung angenommen werden.

⁴⁾ Der empfohlene Anhaltswert für massige Bauteile ist erst bei der Verwendung von langsam erhärtenden Betonen mit einem Prüfaller von 91 Tagen zu erwarten.

Begrenzung der Rissbreite unter zentrischen Zwang $k_c = 1,0$			
(Direkte Berechnung nach DIN EN 1992-1-1, 7.3.2 + NA)			
Bewehrungsrichtung		x- Richtung	y- Richtung
Beton	Betongüte	C25/30	
	Betonzugfestigkeit	f_{ctm} [N/mm ²]	2,60
	Festigkeitsentwicklung des Betons	r	< 0,5
	Beiwert für Zeitpunkt Rissbildung	$k_{z,t}$ [%]	65
	wirksame Zugfestigkeit	$f_{ct,eff}$ [N/mm ²]	1,69
Bewehrung	Stahlsorte	B	B 500
	Elastizitätsmodul	E_s [N/mm ²]	200.000
		E_{cm} [N/mm ²]	31.000
	Durchmesser	d_s/d_{sv} [mm]	10 10
	Stababstand	s [cm]	15,0 15,0
	Mattenbewehrung	(j / n)	n n
	Querschnitt je Bauteilseite	$A_{s1}=A_{s2}$ [cm ² /m]	5,24 5,24
	Gesamtquerschnitt	vorh A_s [cm ² /m]	10,47 10,47
Abmessung	Betonüberdeckung	c_{nom} [cm]	2,0 3,0
	Bauteilhöhe	h [cm]	18,0
	Betonquerschnitt	A_{ct} [cm ² /m]	1.800,0
	Achsabstand Bewehrung	d_1 [cm]	2,5 3,5
	Wirkungstiefe Bewehrung	h_{eff} [cm]	6,8 8,8
	wirksame Betonzugfläche	$A_{c,eff}$ [cm ² /m]	1.360,0 1.760,0
Beiwerte	Spannungsverteilung innerhalb Zugzone	k_c	1,00
	Verteilung Betonzug-spannungen	k	0,80
	effektiver Bewehrungsgrad	$_{eff} \rho$	0,8% 0,6%
	geometrischer Bewehrungsgrad	ρ_{tot}	0,8% 0,6%
	Betonstahlspannung im Riss		
	$\sigma_s = k_c * k * f_{ct,eff} * A_c / A_s$		232,39 232,39
	mittlere Differenzdehnung Stahl - Beton	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0,070% 0,070%
	Maximaler Rissabstand	$s_{r,max}$ [mm]	361 382
Achtung bei Mattenbewehrung (DIN EN 1992-1-1-NA, 7.3.4(3)):			
	Rissabstand < doppelte Maschenweite	$s_{r,max}$ [mm] <	300 300
Vorhandene rechnerische Rissweite		w_k [mm]	0,253 0,266

Bemessung

Alle GZT und GZG Nachweise gemäß nachfolgendem Frilo-Ausdruckprotokoll.

Bemessung Tronsolen

Auflager A: $F_{z,Ed} = 25,1 \text{ kN/m}$

Tronsole Typ D + Typ B-V1 $F_{z,Rd} = 42,4 \text{ kN/m} > F_{z,Ed}$

Typ D+B

Schöck Tronsole® Typ	B-V1	B-V2
$v_{Rd,z} \text{ [kN/m]}$	42,4	59,3
$v_{Rd,x} \text{ [kN/m]}$	±3,8	±3,8
$v_{Rd,y} \text{ [kN/m]}$	±3,8	±3,8

Auflager B: $F_{z,Ed} = 24,8 \text{ kN/m}$

Tronsole Typ F-V1 $F_{z,Rd} = 42,4 \text{ kN/m} > F_{z,Ed}$

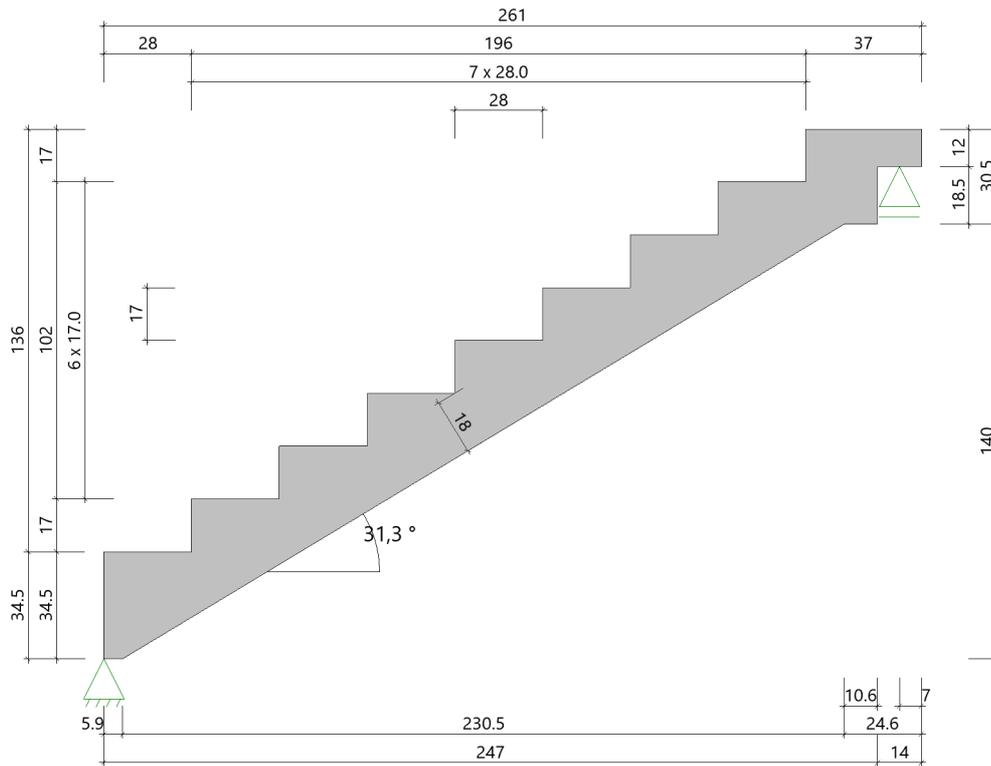
Typ F:

Schöck Tronsole® Typ	F-V1	F-V2
$v_{Rd,z} \text{ [kN/m]}$	42,4	59,3
$v_{Rd,x} \text{ [kN/m]}$	±3,8	±3,8
$v_{Rd,y} \text{ [kN/m]}$	±3,8	±3,8

EG_TL02 Treppenlauf vom EG

Treppenlauf (x64) B7+ 01/23 (FRILO R-2023-1/P06)

Systemgrafik



Geometrie

Rfb Podest oben - Rfb Podest unten	$H_1 =$	136.0 cm
Länge vom 1. bis zum letzten Antritt	$L_1 =$	196.0 cm
Länge unteres Podest bis VK Auflager	$L_2 =$	28.0 cm
Länge oberes Podest bis VK Auflager	$L_3 =$	37.0 cm
Laufbreite	$B_1 =$	135.0 cm
Belagbreite	$B_2 =$	135.0 cm
Verkehrslastbreite	$B_3 =$	135.0 cm
Anzahl der Steigungen	$n_s =$	8
Antrittshöhe unten	$H_u =$	17.0 cm
Antrittshöhe oben	$H_o =$	17.0 cm
Treppenstufen	$H_s / L_s =$	17.0 / 28.0 cm
Unterschneidung	$u =$	0.0 cm
Treppenlaufdicke	$D_1 =$	18.0 cm
Dicke unteres Podest	$D_2 =$	34.5 cm
Dicke oberes Podest	$D_3 =$	30.5 cm
Länge der Laufuntersicht im Grundriß	$L_4 =$	230.6 cm
Abstand 1. Antritt bis zum Knickpunkt unten	$L_5 =$	-22.1 cm
Länge der oberen Auflagerkonsole	$L_7 =$	14.0 cm
Dicke der oberen Auflagerkonsole	$D_7 =$	12.0 cm
Abstand oberes Auflager vom Konsolenende	$L_{15} =$	7.0 cm
Lagerung		

unten: gelenkig ohne Konsole

oben: gelenkig mit Konsole

Auflager

Ort [-]	horizontal [kN/m]	vertikal [kN/m]	drehend [kNm/rad]
links	starr	starr	frei
rechts	frei	starr	frei

Dauerhaftigkeit

Anforderungen Dauerhaftigkeit

Betonangriff	X0
Bewehrungskorrosion	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 10 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 10 \text{ mm} \quad *5$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 20 \text{ mm}$
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 20 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$

*5: Verbund maßgebend

Sicherheits- und Kombinationsbeiwerte

Einwirkungsgruppe	γ_G	γ_Q	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Kat. B: Bürogebäude	1,35	1,5	0,7	0,5	0,3

Belastung

Ort [-]	Typ [-]	g [kN/m ²]	q [kN/m ²]
unteres Podest/ Konsole	Belag	1.50	-
	Verkehr	-	5.00
Treppenlauf	Belag	1.50	-
	Verkehr	-	5.00
oberes Podest/ Konsole	Belag	1.50	-
	Verkehr	-	5.00

Resultierende Belastung (bezogen auf die horizontale Fläche)

Ort [-]	Typ [-]	g [kN/m ²]	q [kN/m ²]
unteres Podest/ Konsole	Eigengewicht	8.63	-
	Belag	1.50	-
	Verkehr	-	5.00
	Summe	10.13	5.00
Treppenlauf	Eigengewicht	7.39	-
	Belag	1.50	-
	Verkehr	-	5.00
	Summe	8.89	5.00
oberes Podest/ Konsole	Eigengewicht	7.63	-

Ort [-]	Typ [-]	g [kN/m ²]	q [kN/m ²]
	Belag	1.50	-
	Verkehr	-	5.00
	Summe	9.13	5.00

Das Eigengewicht ist mit $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Norm, Materialien und Bewehrungslage

Bemessung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

Baustoffe:	Beton	C25/30	Stahl	B500A
	$\gamma_c =$	1.50	$\gamma_s =$	1.15
	$f_{ck} =$	25.0 N/mm ²	$f_{yk} =$	500.0 N/mm ²
	$f_{cd} =$	14.2 N/mm ²	$f_{yd} =$	434.8 N/mm ²

Einzellängen (bezogen auf die Stabachsen)

	unteres Podest	Treppenlauf	oberes Podest
Abmessung	0.17 m	2.27 m (L _{hor}) 1.38 m (L _{vert}) 2.66 m (L _{ges})	0.10 m

Bewehrungslage unten $d_1 = 3.0 \text{ cm}$

Bewehrungslage oben $d_2 = 3.0 \text{ cm}$

Biegebemessung

Alle Bemessungsergebnisse je m Treppenbreite!

Biegebewehrung

Ort [-]	h [cm]	M _{Ed} [kNm/m]	N _{Ed} [kN/m]	erf. a _{su} [cm ² /m]	erf. a _{so} [cm ² /m]	Info [-]
unteres Podest, untere Bewehrung	34.5	3.94	0.0	3.6	0.0	*)
Treppenlauf, untere Bewehrung	18.0	15.73	0.4	2.4	0.0	
oberes Podest, untere Bewehrung	30.5	2.33	0.0	3.2	0.0	*)

*) Mindestlängsbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.1.1 (1) ist maßgebend.

vorh. Bewehrung

untere Bewehrung $9 \text{ } \varnothing 10 / 15.6 \text{ cm}$ (Anzahl \varnothing vom Anwender gewählt)
vorh. a_{su} = 5.24 cm²/m

Hinweis: vorh. a_s (bezogene Bewehrung) = vorh. A_s (absolute Bewehrung) / B₁ (Laufbreite).

Schubbemessung

Schubbewehrung B500A

Ort [-]	V_{Ed} [kN/m]	N_{Ed} [kN/m]	k_z [-]	θ [Grad]	a_{sL} [cm ² /m]	$V_{Rd,c}$ [kN/m]	$V_{Rd,max}$ [kN/m]	erf. $a_{sBü}$ [cm ² /m ²]	Info [-]
unteres Podest links	25.0	0.0	0.87	18.4	0.0	132.8	876.6	8.2	*)
unteres Podest rechts	21.5	0.0	0.87	18.4	3.6	132.8	876.6	8.2	*)
Treppenlauf links	18.3	-11.1	0.73	18.4	2.1	75.4	350.6	0.0	
Treppenlauf rechts	-19.5	11.9	0.73	18.4	2.1	73.1	350.6	0.0	
oberes Podest links	-22.9	0.0	0.85	18.4	3.2	121.4	749.1	4.7	*)
oberes Podest rechts	-24.8	0.0	0.85	18.4	0.0	121.4	749.1	4.7	*)

*) Mindestschubbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.2 (5) ist maßgebend.

Rissbreitennachweis

Der Nachweis erfolgt mit der quasiständigen Einwirkungskombination

Rissbreitenbegrenzung Treppe:

Ort [-]	h [cm]	M_{Ed} [kNm]	N_{Ed} [kN]	vorh. A_{su} [cm ²]	vorh. A_{so} [cm ²]	UWK [-]	$d_{s,vorh}$ [mm]	$d_{s,Grenz}$ [mm]	vorh. W [mm]	zul. W [mm]
Treppenlauf, untere Seite	18.0	11.31	0.3	7.1	0.0	XC1	10	95	0.04	0.40

Verformung

Die Berechnung erfolgt mit der quasiständigen Einwirkungskombination für den Zustand I ($E_{cm} = 31000$ N/mm²).max. $f = 0.05$ cm (im Treppenlauf bei $x = 1.33$ m)

Hinweis: Der Durchbiegungswert ist senkrecht zur entsprechenden Bauteilachse zu verstehen. Der x-Wert bezieht sich auf den Bauteilanzfang (Anfang unteres Podest, Treppenlauf, oberes Podest usw.) und verläuft in Richtung der Bauteilachse.

Auflagerkräfte

Definition Auflagerkräfte

(A) linkes Auflager (v) vertikale Auflagerkraft
(B) rechtes Auflager (h) horizontale Auflagerkraft

Auflagerkräfte je m Treppenbreite

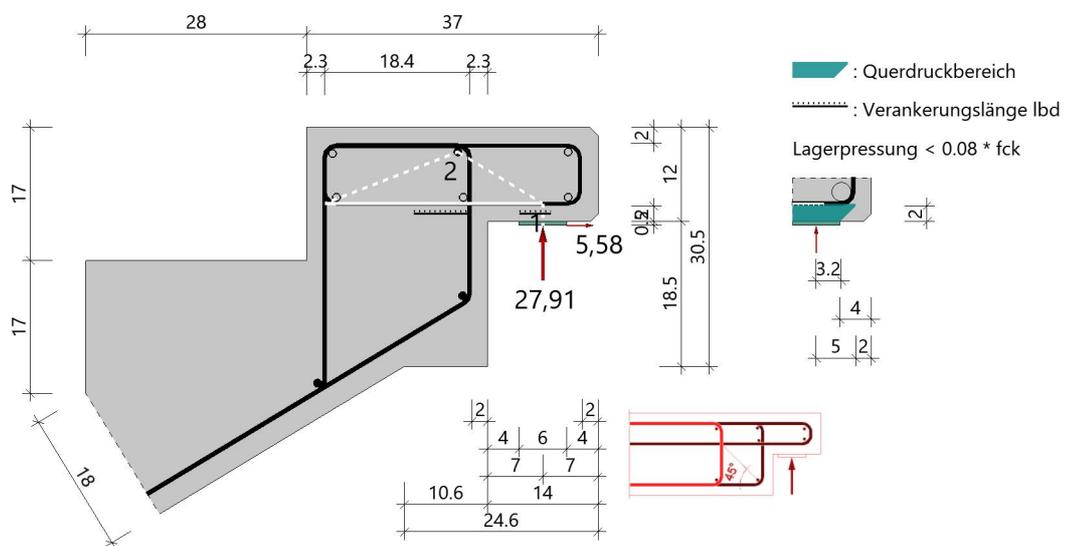
	A_v [kN/m]	A_h [kN/m]	B_v [kN/m]	B_h [kN/m]
$\gamma = 1.0$				
gesamt	17.8	0.0	17.7	0.0
aus g	11.5	0.0	11.3	0.0
aus q	6.3	0.0	6.4	0.0
γ -fach				

	A_v [kN/m]	A_h [kN/m]	B_v [kN/m]	B_h [kN/m]
gesamt	25.0	0.0	24.8	0.0
aus g	15.5	0.0	15.3	0.0
aus q	9.5	0.0	9.5	0.0

Treppeneigengewicht

Das Treppeneigengewicht (ohne Belag) G_k beträgt 25.7 kN

Grafik Konsole oben



Eingaben:

Streifenlager: Breite = 6.0 cm Dicke = 0.5 cm Tiefe = 120.0 cm
 Betondeckung Konsole: $c_{v,oben}$ = 2.0 cm $c_{v,unten}$ = 2.0 cm $c_{v,rechts}$ = 2.0 cm
 Aufhängebewehrung: $c_{v,unten}$ = 2.7 cm $c_{v,rechts}$ = 2.0 cm

Horizontallast H_{Ed} = 5.58 kN/m (20 % aus F_{Ed} = 27.91 kN/m)

Ergebnisse (nach Heft 600)

Querkraft V_{Ed} = 27.9 kN Querkraftwiderstand $V_{Rd,c}$ = 48.0 kN
 Nutzhöhe d = 9.7 cm Verhältnis a_c / h_c = 0.58
 Druckstrebe $V_{Rd,max}$ = 564.7 kN Hebelarm z = 8.7 cm
 Faktor v = 0.58
 Lage der Druckstreben z_0 = 6.6 cm [#] Verhältnis $a_c / z_0 <$ = 1.06
 Abstand a_H = 2.8 cm Zuggurtkraft F_{sd} = 37.5 kN
 Aufhängekraft Z_s = 42.0 kN

Druckstrebe $V_{Rd,max}$ = 564.7 kN $\geq V_{Ed}$ = 27.9 kN
 Pressung unter Lager σ_c = 0.47 N/mm² $\leq \sigma_{Rd,max}$ = 10.63 N/mm²

Längsbewehrung $\varnothing 10$

Es wurde mit reduziertem z_0 gerechnet. $z_0 = d - c_{v,oben} - d_{Aufhängebew.} - d_{Längsbew.}/2$

Zuggurt

erforderlich $a_s = 0.86 \text{ cm}^2/\text{m}$ gewählt $\varnothing 6 / 10 = 2.83 \text{ cm}^2/\text{m}$

Aufhängebewehrung

erforderlich $a_s = 0.97 \text{ cm}^2/\text{m}$ gewählt $\varnothing 6 / 10 = 2.83 \text{ cm}^2/\text{m}$

Verankerung

Verbundbedingungen $\eta_1 = 1.00$ Stabdurchmesser $\eta_2 = 1.00$

Grundwert $l_{b,rqd} = 24.22$

Verankerung am Konsolende

Beiwert	$\alpha_1 = 0.70$	Beiwert	$\alpha_4 = 1.00$
Beiwert	$\alpha_5 = 0.67$	Verbundspannung	$f_{bd} = 2.693 \text{ N/mm}^2$
Mindestverankerungslänge	$l_{b,min} = 4.0 \text{ cm}$	Bemessungswert	$l_{bd} = 4.0 \text{ cm}$
Verankerungslänge	$l_{b,vorh} = 8.0 \text{ cm}$		

Nachweis der Verankerungslänge am Konsolende ist erbracht.

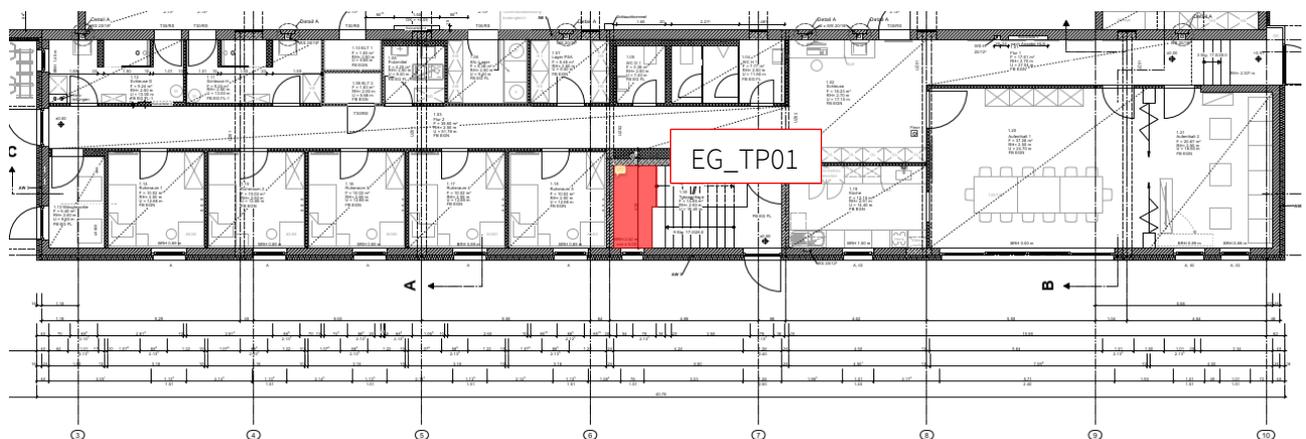
Verankerung im Bauteil

Beiwert	$\alpha_1 = 1.00$	Beiwert	$\alpha_4 = 1.00$
Beiwert	$\alpha_5 = 1.00$	Verbundspannung	$f_{bd} = 2.693 \text{ N/mm}^2$
Mindestverankerungslänge	$l_{b,min} = 7.3 \text{ cm}$	Bemessungswert	$l_{bd} = 7.4 \text{ cm}$

Nachweis der Verankerungslänge im Bauteil ist erbracht.

Es folgt die Bemessung des oben genannten Treppenpodestes im EG im Bereich der Achsen B-C/6-7. Das Podest wird in HFT-Bauweise ausgeführt. Der Nachweis der Decken erfolgt am Einzelmodell. Rissweiten und Verformungen werden dabei anhand der eingelegten Bewehrung nichtlinear im Zustand II berechnet. Die Trittschaldämmung wird im Fußbodenaufbau berücksichtigt. Der Anschluss an die Treppenhauswände erfolgt über die Bewehrung.

Auszug Architekturplan



Geometrie/Material

Stahlbeton	C25/30 XC1, WO;	$w = 0,40 \text{ mm}$
Betonstahl	B500	
Abmessungen	$h = 20 \text{ cm}$	
Betondeckung	$c_{\text{nom}} = 2,0 \text{ cm}$ (oben + unten)	
Bewehrung oben	Q335 Matte	
Bewehrung unten	Q524 Matte	
Zulagen	gemäß RFEM-Ausdruck	

Lastannahmen

Lasten gemäß Kapitel Vorbemerkungen. Nicht aufgeführte, zusätzliche Lasten durch Auf- und Einbauten oder angrenzende Bauteile werden als Knoten-, Linien- oder Flächenlasten definiert.

Ständige Lasten:

Eigenlasten programmintern	Wichte Stahlbeton 25 kN/m^3		
Fußbodenaufbau		$g_k = 2,50$	kN/m^2

Treppenlauf EG_TL01 $g_k = 14,2 \text{ kN/m}$

Treppenlauf EG_TL02 $g_k = 11,3 \text{ kN/m}$

Veränderliche Lasten:

Nutzlast Kat. T2 $q_k = 5,00 \text{ kN/m}^2$

Treppenlauf EG_TL01 $q_k = 7,90 \text{ kN/m}$

Treppenlauf EG_TL02 $q_k = 6,40 \text{ kN/m}$

Nachweis der Rissbreitenbeschränkung

Hinweise nach Tab. 3 sind bei Bauausführung zu beachten

Tabelle 3. Empfohlene Anhaltswerte für die Betonzugfestigkeit bei Zwang aus Abfließen der Hydratationswärme (Tabelle 7 aus DBV [1])

S	1	2	3	4	5
Z	Festigkeitsentwicklung des Betons	Bauteildicke h			
		$\leq 0,30 \text{ m}$	$\leq 0,80 \text{ m}$	$\leq 2,0 \text{ m}$	$> 2,0 \text{ m}$
1	langsam $(r < 0,30)^{1) 2)}$	– ³⁾	$0,60f_{ctm}$	$0,70f_{ctm}^{4)}$	$0,80f_{ctm}^{4)}$
2	mittel $(r < 0,50)^{1)}$	$0,65f_{ctm}$	$0,75f_{ctm}$	$0,85f_{ctm}$	$0,95f_{ctm}$
3	schnell $(r \geq 0,50)^{1)}$	$0,80f_{ctm}$	$0,90f_{ctm}$	$1,0f_{ctm}$	$1,00f_{ctm}$

¹⁾ Die Festigkeitsentwicklung des Betons wird durch das Verhältnis $r = f_{cm}(2 \text{ d}) / f_{cm}(28 \text{ d})$ beschrieben, das bei der Eignungsprüfung oder auf der Grundlage eines bekannten Verhältnisses von Beton vergleichbarer Zusammensetzung (d. h. gleicher Zement, gleicher w/z-Wert) ermittelt wurde.

Wird bei besonderen Anwendungen die Druckfestigkeit zu einem späteren Zeitpunkt $t > 28$ Tage bestimmt, ist das Verhältnis der mittleren Druckfestigkeit nach 2 Tagen $f_{cm}(2 \text{ d})$ zur mittleren Druckfestigkeit zum Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit $f_{cm}(t)$ zu ermitteln oder es ist vom Betonhersteller eine Festigkeitsentwicklungskurve bei 20 °C zwischen 2 Tagen und dem Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit anzugeben.

²⁾ Bei Festigkeitsklassen $\geq C30/37$ ist es i. d. R. nicht möglich, das Festigkeitsverhältnis $r \leq 0,30$ bezogen auf 28 Tage zu begrenzen. In diesen Fällen ist es erforderlich, den Zeitpunkt des Nachweises der Festigkeitsklasse auf einen späteren Zeitpunkt (z. B. 56 Tage) zu vereinbaren.

³⁾ Die Auslegung der Bewehrung bei dünnen Bauteilen auf eine langsame Festigkeitsentwicklung ist nicht sinnvoll. Es sollte grundsätzlich mindestens eine mittlere Festigkeitsentwicklung angenommen werden.

⁴⁾ Der empfohlene Anhaltswert für massive Bauteile ist erst bei der Verwendung von langsam erhärtenden Betonen mit einem Prüfalter von 91 Tagen zu erwarten.

Begrenzung der Rissbreite unter zentrischen Zwang $k_c = 1,0$			
(Direkte Berechnung nach DIN EN 1992-1-1, 7.3.2 + NA)			
Bewehrungsrichtung		x- Richtung	y- Richtung
Beton	Betongüte	C25/30	
	Betonzugfestigkeit	f_{ctm} [N/mm ²]	2,60
	Festigkeitsentwicklung des Betons	r	< 0,5
	Beiwert für Zeitpunkt Rissbildung	$k_{z,t}$ [%]	65
	wirksame Zugfestigkeit	$f_{ct,eff}$ [N/mm ²]	1,69
Bewehrung	Stahlsorte	B	B 500
	Elastizitätsmodul	E_s [N/mm ²]	200.000
		E_{cm} [N/mm ²]	31.000
	Durchmesser	d_s/d_{sv} [mm]	8 8
	Stababstand	s [cm]	15,0 15,0
	Mattenbewehrung	(j / n)	j j
	Querschnitt je Bauteilseite	$A_{s1}=A_{s2}$ [cm ² /m]	3,35 3,35
	Gesamtquerschnitt	vorh A_s [cm ² /m]	6,70 6,70
Abmessung	Betonüberdeckung	c_{nom} [cm]	2,0 2,8
	Bauteilhöhe	h [cm]	20,0
	Betonquerschnitt	A_{ct} [cm ² /m]	2.000,0
	Achsabstand Bewehrung	d_1 [cm]	2,4 3,2
	Wirkungstiefe Bewehrung	h_{eff} [cm]	6,8 8,4
	wirksame Betonzugfläche	$A_{c,eff}$ [cm ² /m]	1.360,0 1.680,0
Beiwerte	Spannungsverteilung innerhalb Zugzone	k_c	1,00
	Verteilung Betonzug-spannungen	k	0,80
	effektiver Bewehrungsgrad	eff ρ	0,5% 0,4%
	geometrischer Bewehrungsgrad	ρ_{tot}	0,5% 0,4%
	Betonstahlspannung im Riss	$\sigma_s = k_c * k * f_{ct,eff} * A_c / A_s$	403,46 403,46
	mittlere Differenzdehnung Stahl - Beton	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0,131% 0,121%
	Maximaler Rissabstand	$s_{r,max}$ [mm]	451 531
Achtung bei Mattenbewehrung (DIN EN 1992-1-1-NA, 7.3.4(3)):			
	Rissabstand < doppelte Maschenweite	$s_{r,max}$ [mm] <	300 300
Vorhandene rechnerische Rissweite		w_k [mm]	0,393 0,363

Bemessung

Alle GZT und GZG Nachweise gemäß nachfolgendem RFEM-Ausdruckprotokoll.

Verformungen

Die maximal zulässige Verformung der Stäbe im Zustand II beträgt $l/250 = 1350/250 = 5,4$ mm

INHALT

<p>A Modell - Basisangaben</p> <hr/> <p>1 Basisobjekte ■ ■</p> <p>1.1 Materialien</p> <p>1.2 Dicken</p> <p>1.3 Modell, In axonometrischer Richtung</p> <hr/> <p>2 Typen für Linien ■ ■</p> <p>2.1 Linienlager</p> <hr/> <p>3 Typen für Betonbemessung ■ ■</p> <p>3.1 Flächenbewehrungen</p> <p>3.2 Betondauerhaftigkeiten</p> <p>3.3 Bewehrungsrichtungen</p> <hr/> <p>4 Lastfälle und Kombinationen ■ ■</p> <p>4.1 Lastfälle</p> <p>4.2 Lastkombinationen</p> <hr/> <p>5 Lasten ■ ■</p> <p>5.1 LF1 - Eigengewicht</p> <p>5.1.1 LF1: Eigengewicht & Ausbaulasten</p> <p>5.2 LF3 - Nutzlast</p> <p>5.2.1 LF3: Nutzlasten</p> <hr/> <p>6 Statikanalyse-Ergebnisse ■ ■</p> <p>6.1 BS1: Linienlager p_z, GZT</p> <p>6.2 LF1: Linienlager p_z, Eigengewicht & Ausbaulasten</p> <p>6.3 LF3: Linienlager p_z, Nutzlasten</p> <hr/> <p>7 Betonbemessung ■ ■</p> <p>7.1 Bemessungssituationen</p>	<p>7.2 Ergebnisse</p> <p>7.2.1 erforderliche obere Bewehrungslage $a_{s,erf}$, $a_{s,erf,1,-z}$ (oben), X-Richtung</p> <p>7.2.2 erforderliche obere Bewehrungslage $a_{s,erf}$, $a_{s,erf,2,-z}$ (oben), Y-Richtung</p> <p>7.2.3 erforderliche untere Bewehrungslage $a_{s,erf,1,+z}$ (unten), X-Richtung</p> <p>7.2.4 erforderliche untere Bewehrungslage $a_{s,erf,2,+z}$ (unten), Y-Richtung</p> <p>7.2.5 vorhandene obere Bewehrungslage $a_{s,vorh,1,-z}$ (oben), X-Richtung</p> <p>7.2.6 vorhandene obere Bewehrungslage $a_{s,vorh,2,-z}$ (oben), Y-Richtung</p> <p>7.2.7 vorhandene untere Bewehrungslage $a_{s,vorh,1,+z}$ (unten), X-Richtung</p> <p>7.2.8 vorhandene untere Bewehrungslage $a_{s,vorh,2,+z}$ (unten), Y-Richtung</p> <p>7.2.9 nicht abgedeckte obere Bewehrungslage $a_{s,dif,1,-z}$ (oben), X-</p> <p>7.2.10 nicht abgedeckte obere Bewehrungslage $a_{s,dif,2,-z}$ (oben), Y-</p> <p>7.2.11 nicht abgedeckte untere Bewehrungslage $a_{s,dif,1,+z}$ (unten), X-</p> <p>7.2.12 nicht abgedeckte untere Bewehrungslage $a_{s,dif,2,+z}$ (unten), Y-</p> <p>7.2.13 erforderliche Querbewehrung $a_{sw,erf}$</p> <p>7.2.14 vorhandene Querbewehrung $a_{sw,vorh}$</p> <p>7.2.15 nicht abgedeckte Querbewehrung $a_{sw,dif}$</p> <p>7.2.16 Nachweis Schubspannung v_{Ed} / v_{Rd}</p> <p>7.2.17 Globale Verformungen μ, GZG, Zustand Zustand II</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

A

MODELL - BASISANGABEN

Basis  Modellname : EG_TP01 Zwischenpodest.rf6
 Modellbeschreibung : Zwischenpodest Treppe
 Modelltyp : 3D

Add-Ons Betonbemessung

Normen I  Lastfallklassifizierungs- und Kombinationsassistent :  EN 1990
 Lastassistent :  DIN | 2012-08
 EN 1991
 DIN | 2019-04
 Normgruppe für Betonbemessung :  EN 1992
 DIN | 2015-12

Einstellungen und Optionen  Fallbeschleunigung/ g : 10.00 m/s²
 Massenumwandlungskonstante
 Datum des Tages Null im Zeitdiagramm : 01.01.2016
 Globale Achsen XYZ : Z nach unten
 Lokale Achsen xyz : z nach unten

Toleranzen Toleranz für Knoten : 0.00050 m
 Toleranz für Linien : 0.00050 m
 Toleranz für Flächen/Ebenen : 0.00050 m
 Toleranz für Richtungen : 0.00050 m

1 Basisobjekte

1.1

MATERIALIEN

Legende

-  Beton-Einstellungen
-  Einstellungen für Kriechen/Schwinden/Alterung

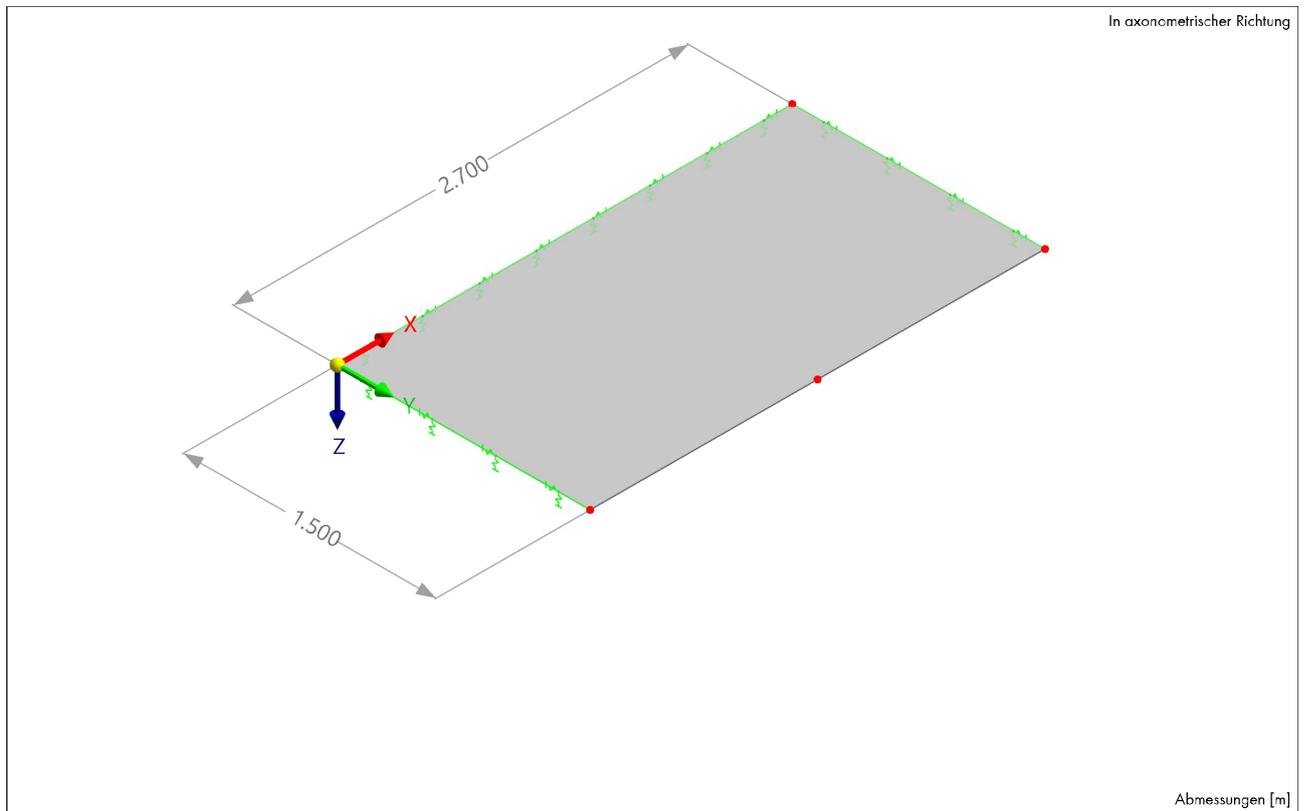
Material Nr.	Name des Materials	Material-Typ	Analyse Modell	Optionen
1	 C25/30 Isotrop Linear elastisch	 Beton	 Isotrop Linear elastisch	 
2	 Porotherm 25-38 W.i Plan, Dünnbettmörtel 1-3 mm Isotrop Linear elastisch	 Mauerwerk	 Isotrop Linear elastisch	
3	 B500M(A) Isotrop Linear elastisch	 Betonstahl	 Isotrop Linear elastisch	

1.2

DICKEN

Dicke Nr.	Typ	Zugewiesen an Fläche Nr.	Dicke					
			Material	Symbol	Wert	Einheit	Knoten	Richtung
1	 Konstant d : 200.0 mm 1 - C25/30	1	 1	d	200.0	mm		
	 Konstant							

1.3 **MODELL, IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG**



2 Typen für Linien

2.1 **LINIENLAGER**

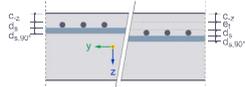
Legende
 Fiktive Wand

Lager Nr.	Linien Nr.	Koordinaten-System	Achsen-dr. β [°]	Wegfeder [kN/m ²]			Drehfeder [kNm·rad ⁻¹ ·m ⁻¹]			Optionen
				$C_{u,x}$	$C_{u,y}$	$C_{u,z}$	$C_{\varphi,x}$	$C_{\varphi,y}$	$C_{\varphi,z}$	
1	1,2,4	Lokal xyz	0.00	312349.00	<input type="checkbox"/>	737143.00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				0		0				

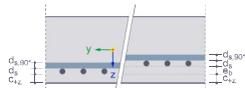
3 Typen für Betonbemessung

3.1 **FLÄCHENBEWEHRUNGEN**

Typ der Lage 'Auf Fläche' | Ausrichtung 'Oben (-z)'



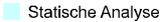
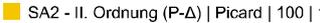
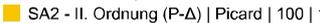
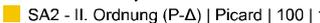
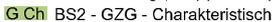
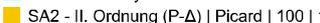
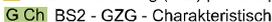
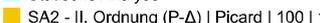
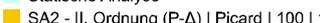
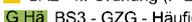
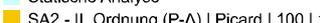
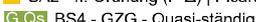
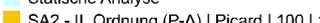
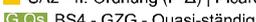
Typ der Lage 'Auf Fläche' | Ausrichtung 'Unten (+z)'



Bew. Nr.	Beschreibung	Symbol	Wert	Einheit
1	Auf Fläche Matte Q335A Oben (-z) (Flächen : 1)			
	Zugewiesen an Flächen Nr.		1	
	Typ der Lage		Auf Fläche	
	Material		3 - B500M(A) Isotrop Linear elastisch	
	Bewehrungstyp		Matte	
	Zugewiesen an Seite		Oben (-z)	
	Lieferprogramm der Matten		Deutschland - 2008-01-01	
	Name der Matte		Q335A	
	Mattenform		Q-Matte	
	Obere Ausrichtung aktiviert	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Untere Ausrichtung aktiviert	<input type="checkbox"/>		
	Oben zusätzlicher Versatz zur Betondeckung	e_o	0.0	mm
	Typ der Bewehrungsrichtung		In Bewehrungsrichtung	
	In Bewehrungsrichtung der Bemessung		$a_{s,1}$	
	Bewehrungsfläche	$a_{s,1}$	3.35	cm ² /m
	Bewehrungsfläche	$a_{s,2}$	3.35	cm ² /m
	Bewehrungsfläche	$a_{s,1,-z}$	3.35	cm ² /m

4.2

LASTKOMBINATIONEN

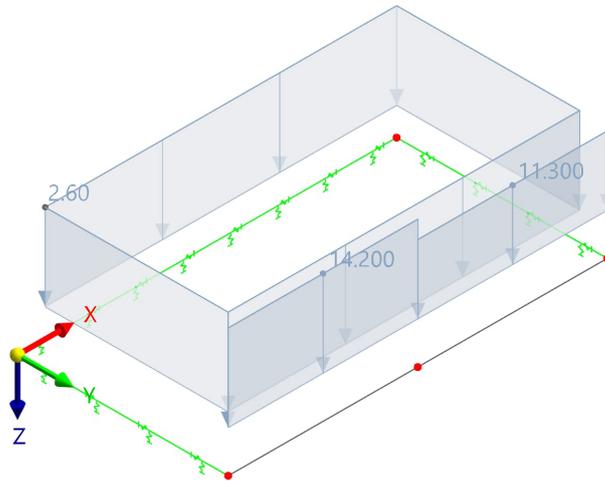
LK Nr.	Einstell.	Wert	Einheit	Zu ber.
1	 1.35 * LF1 Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Bemessungssituation	 Statische Analyse  SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1  BS1 - GZT (STR/GEO) - Ständig und vorübergehend - Gl. 6.10		<input checked="" type="checkbox"/>
2	 1.35 * LF1 + 1.50 * LF3 Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Bemessungssituation	 Statische Analyse  SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1  BS1 - GZT (STR/GEO) - Ständig und vorübergehend - Gl. 6.10		<input checked="" type="checkbox"/>
3	 LF1 Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Bemessungssituation	 Statische Analyse  SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1  BS2 - GZG - Charakteristisch		<input checked="" type="checkbox"/>
4	 LF1 + LF3 Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Bemessungssituation	 Statische Analyse  SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1  BS2 - GZG - Charakteristisch		<input checked="" type="checkbox"/>
5	 LF1 Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Bemessungssituation	 Statische Analyse  SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1  BS3 - GZG - Häufig		<input checked="" type="checkbox"/>
6	 LF1 + 0.50 * LF3 Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Bemessungssituation	 Statische Analyse  SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1  BS3 - GZG - Häufig		<input checked="" type="checkbox"/>
7	 LF1 Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Bemessungssituation	 Statische Analyse  SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1  BS4 - GZG - Quasi-ständig		<input checked="" type="checkbox"/>
8	 LF1 + 0.30 * LF3 Analysetyp Statikanalyse-Einstellungen Bemessungssituation	 Statische Analyse  SA2 - II. Ordnung (P-Δ) Picard 100 1  BS4 - GZG - Quasi-ständig		<input checked="" type="checkbox"/>

5 Lasten

5.1.1 LF1: EIGENGEWICHT & AUSBAULASTEN

LF1 - Eigengewicht
Lasten [kN/m], [kN/m²]

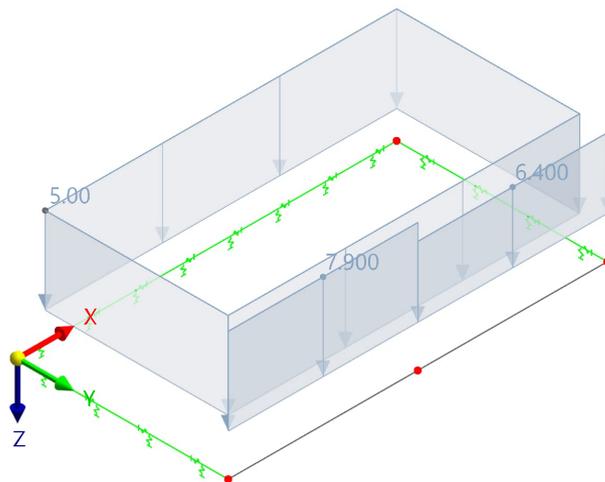
In axonometrischer Richtung



5.2.1 LF3: NUTZLASTEN

LF3 - Nutzlast
Lasten [kN/m], [kN/m²]

In axonometrischer Richtung



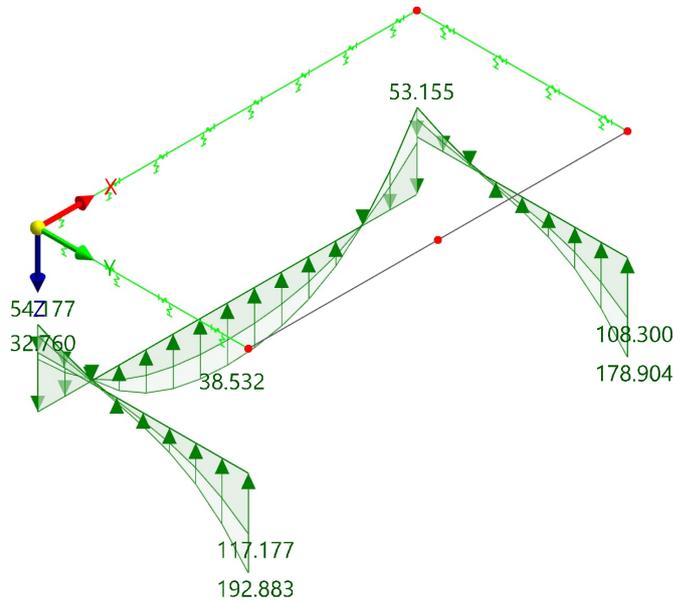
6 Statikanalyse-Ergebnisse

6.1 BS1: LINIENLAGER p_z , GZT

Statische Analyse

BS1 - GZT (STR/GEO) - Ständig und vorübergehend - Gl. 6.10
Statische Analyse
Lokale Reaktionskräfte p_z [kN/m]

In axonometrischer Richtung



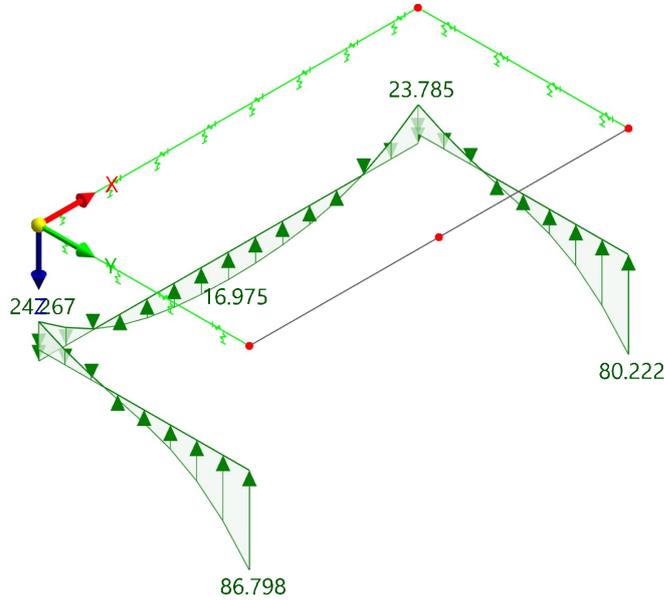
max p_z : 192.883 | min p_z : -54.177 kN/m

6.2 LF1: LINIENLAGER p_z , EIGENGEWICHT & AUSBAULASTEN

Statische Analyse

LF1 - Eigengewicht
 Statische Analyse
 Lokale Reaktionskräfte p_z [kN/m]

In axonometrischer Richtung



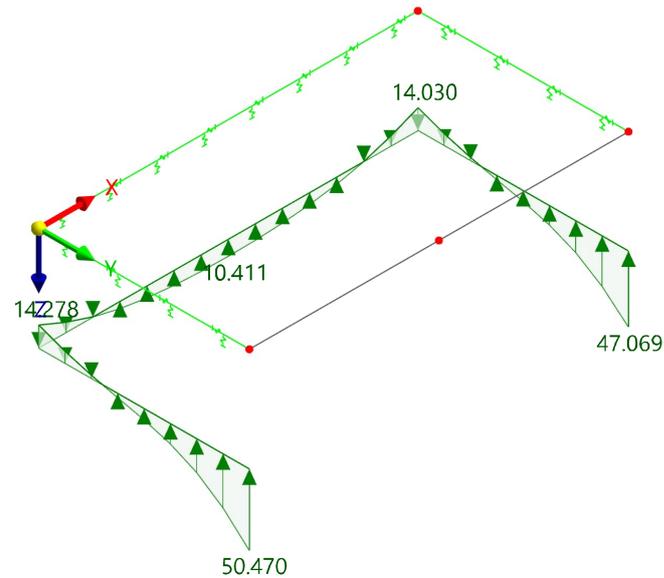
max p_z : 86.798 | min p_z : -24.267 kN/m

6.3 LF3: LINIENLAGER p_z , NUTZLASTEN

Statische Analyse

LF3 - Nutzlast
 Statische Analyse
 Lokale Reaktionskräfte p_z [kN/m]

In axonometrischer Richtung



max p_z : 50.470 | min p_z : -14.278 kN/m

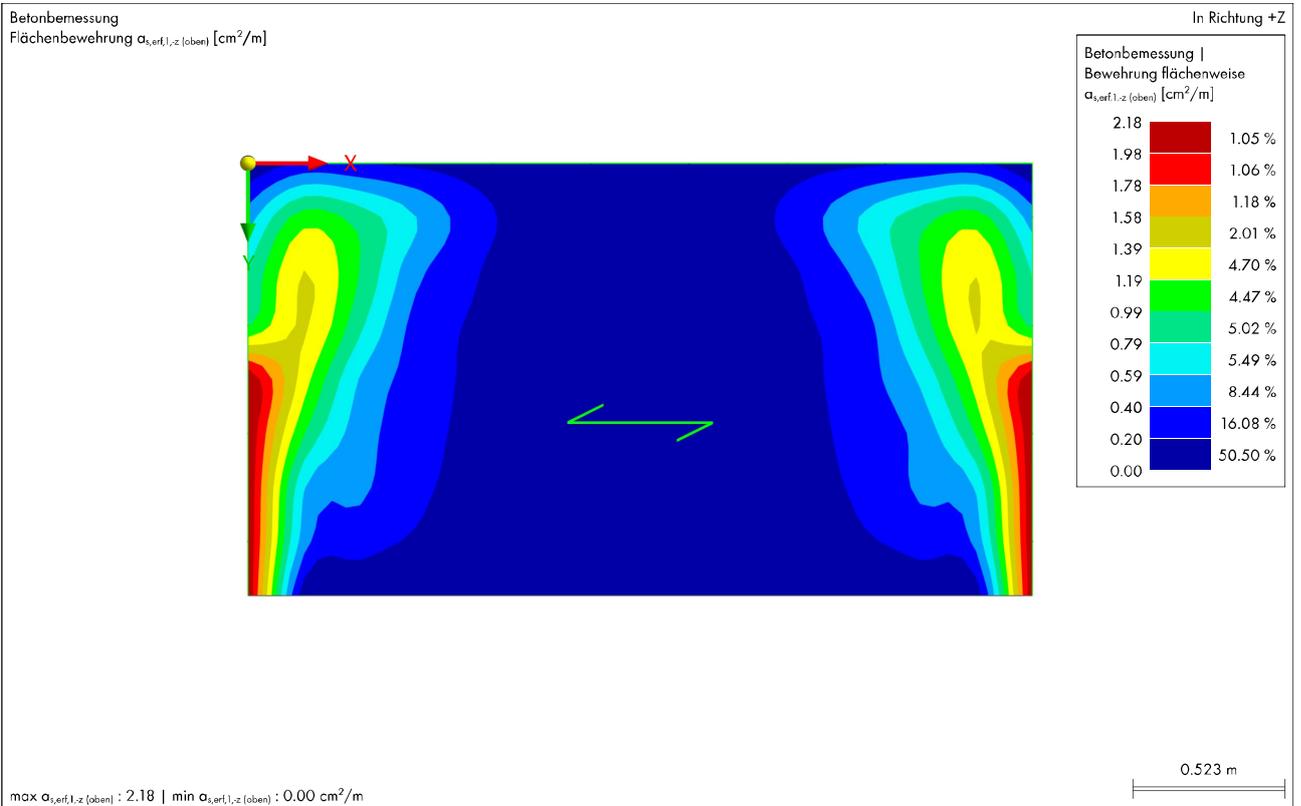
7 Betonbemessung

7.1 BEMESSUNGSSITUATIONEN

BS Nr.	EN 1990 DIN 2012-08 Bemessungssituationstyp	Zu Bemess.	Aktiv	EN 1992 DIN 2015-12 Bemessungssituationstyp	Zu bemessende Kombinationen für Aufzählungsmethode
1	GZt GZT (STR/GEO) - Ständig und vorübergehend - Gl. 6.10	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	GZt GZT (STR/GEO) - Ständig und vorübergehend	Alle
2	GCh GZG - Charakteristisch	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	G Cd GZG - Charakteristisch mit Direktlast	Alle
3	GHä GZG - Häufig	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	GHä GZG - Häufig	Alle
4	GQs GZG - Quasi-ständig	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	GQs GZG - Quasi-ständig	Alle

7.2.1 ERFORDERLICHE OBERE BEWEHRUNGSLAGE $\alpha_{s,erf,1-z}$ (oben), X-RICHTUNG

Betonbemessung

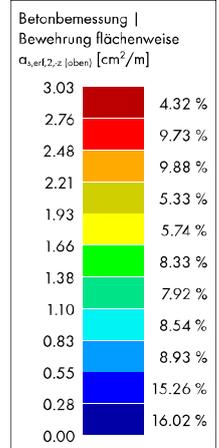
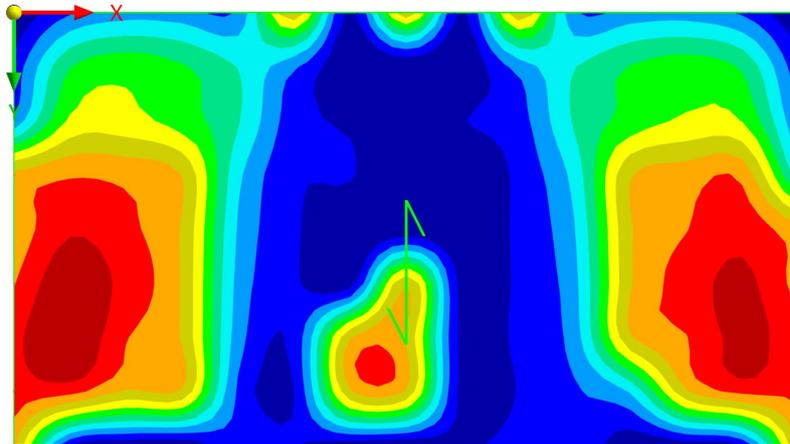


7.2.2 ERFORDERLICHE OBERE BEWEHRUNGSLAGE $\alpha_{s,erf,2,-z}$ (oben), Y-RICHTUNG

Betonbemessung

Betonbemessung
Flächenbewehrung $\alpha_{s,erf,2,-z}$ (oben) [cm^2/m]

In Richtung +Z



max $\alpha_{s,erf,2,-z}$ (oben) : 3.03 | min $\alpha_{s,erf,2,-z}$ (oben) : 0.00 cm^2/m

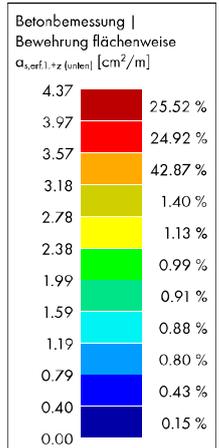
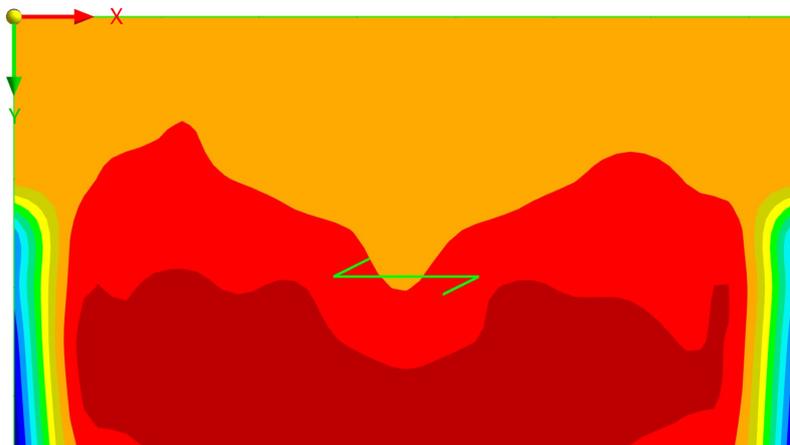
0.523 m

7.2.3 ERFORDERLICHE UNTERE BEWEHRUNGSLAGE $\alpha_{s,erf,1,+z}$ (unten), X-RICHTUNG

Betonbemessung

Betonbemessung
Flächenbewehrung $\alpha_{s,erf,1,+z}$ (unten) [cm^2/m]

In Richtung +Z

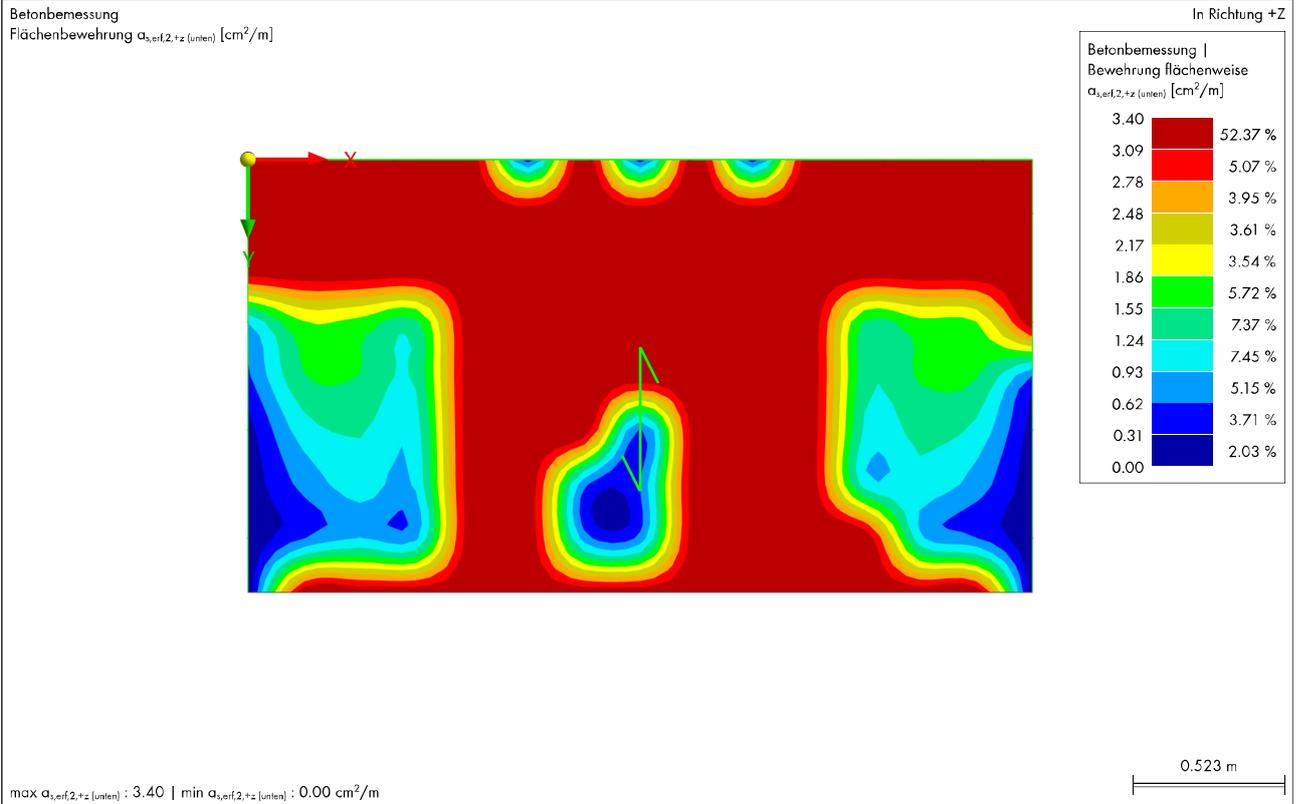


max $\alpha_{s,erf,1,+z}$ (unten) : 4.37 | min $\alpha_{s,erf,1,+z}$ (unten) : 0.00 cm^2/m

0.523 m

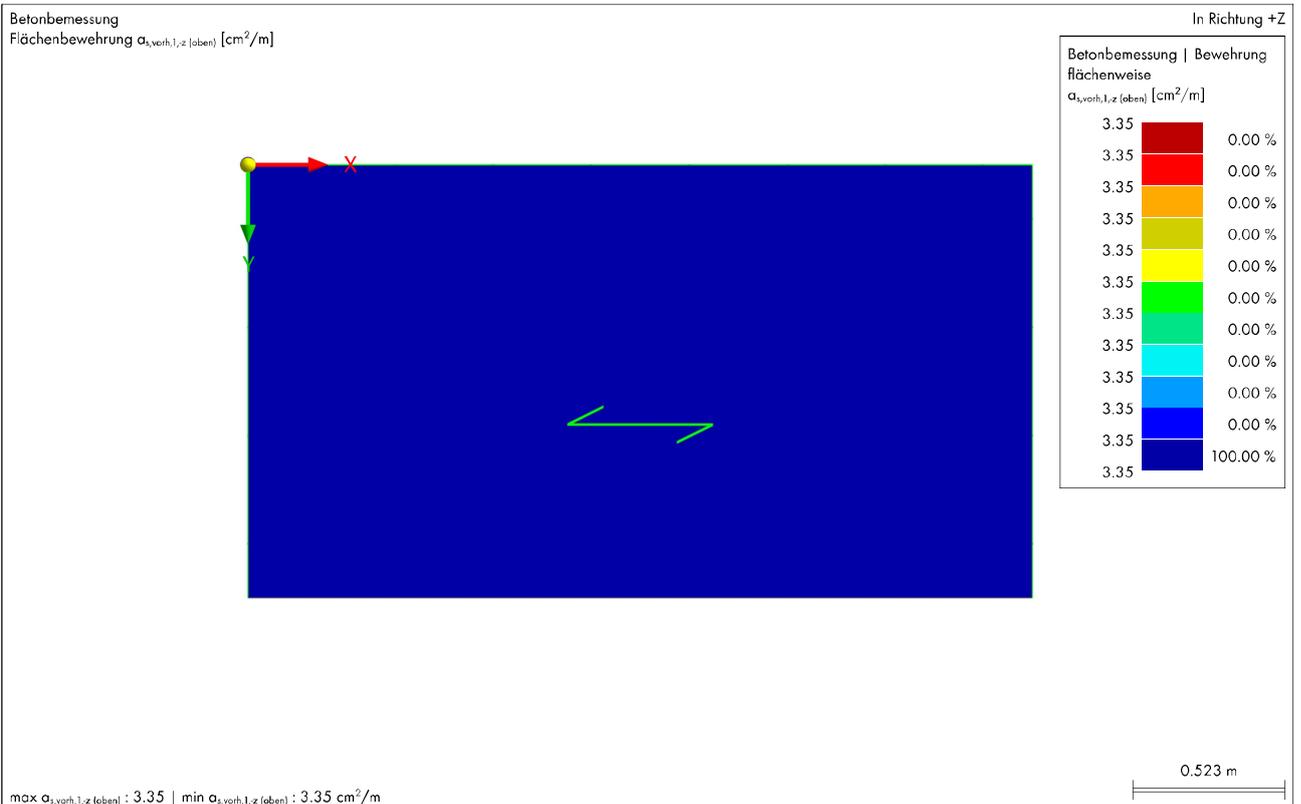
7.2.4 ERFORDERLICHE UNTERE BEWEHRUNGSLAGE $\alpha_{s,erf,2,+z}$ (unten), Y-RICHTUNG

Betonbemessung



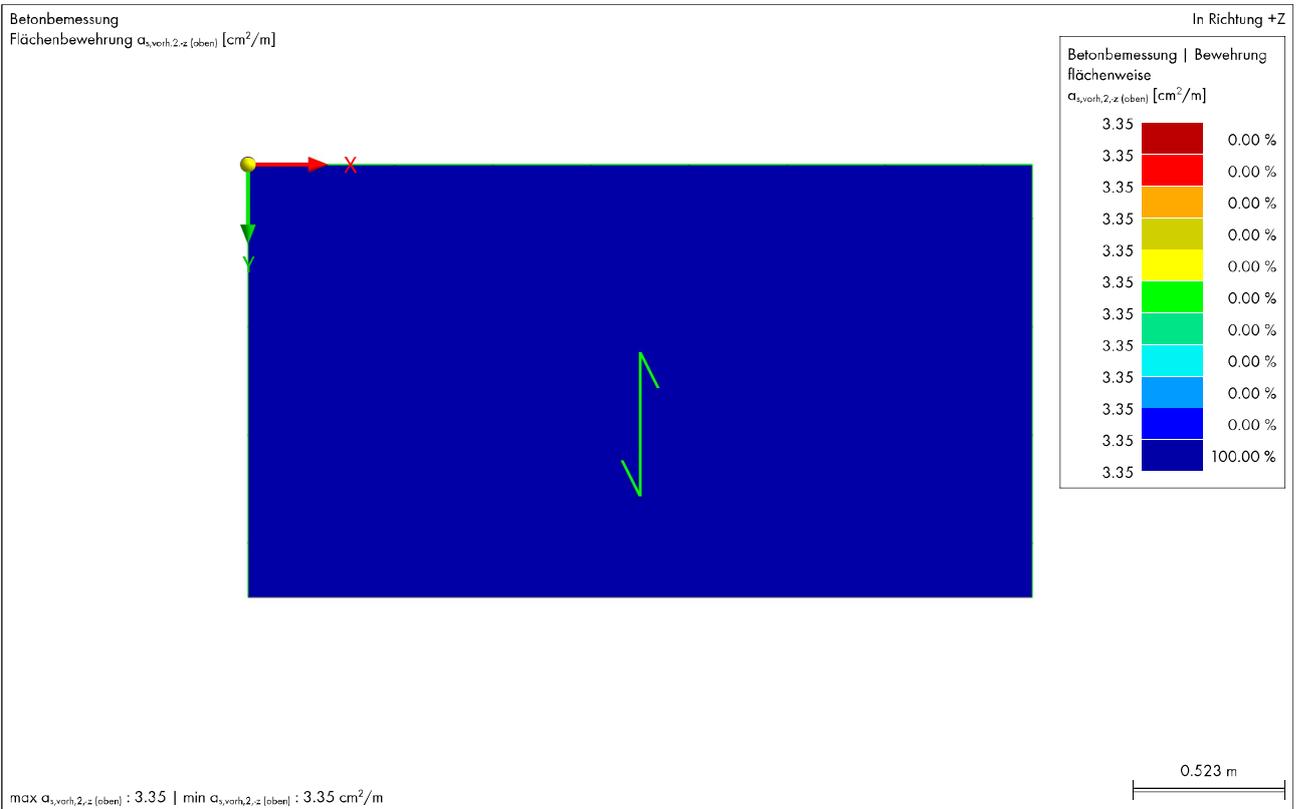
7.2.5 VORHANDENE OBERE BEWEHRUNGSLAGE $\alpha_{s,vorh,1,-z}$ (oben), X-RICHTUNG

Betonbemessung



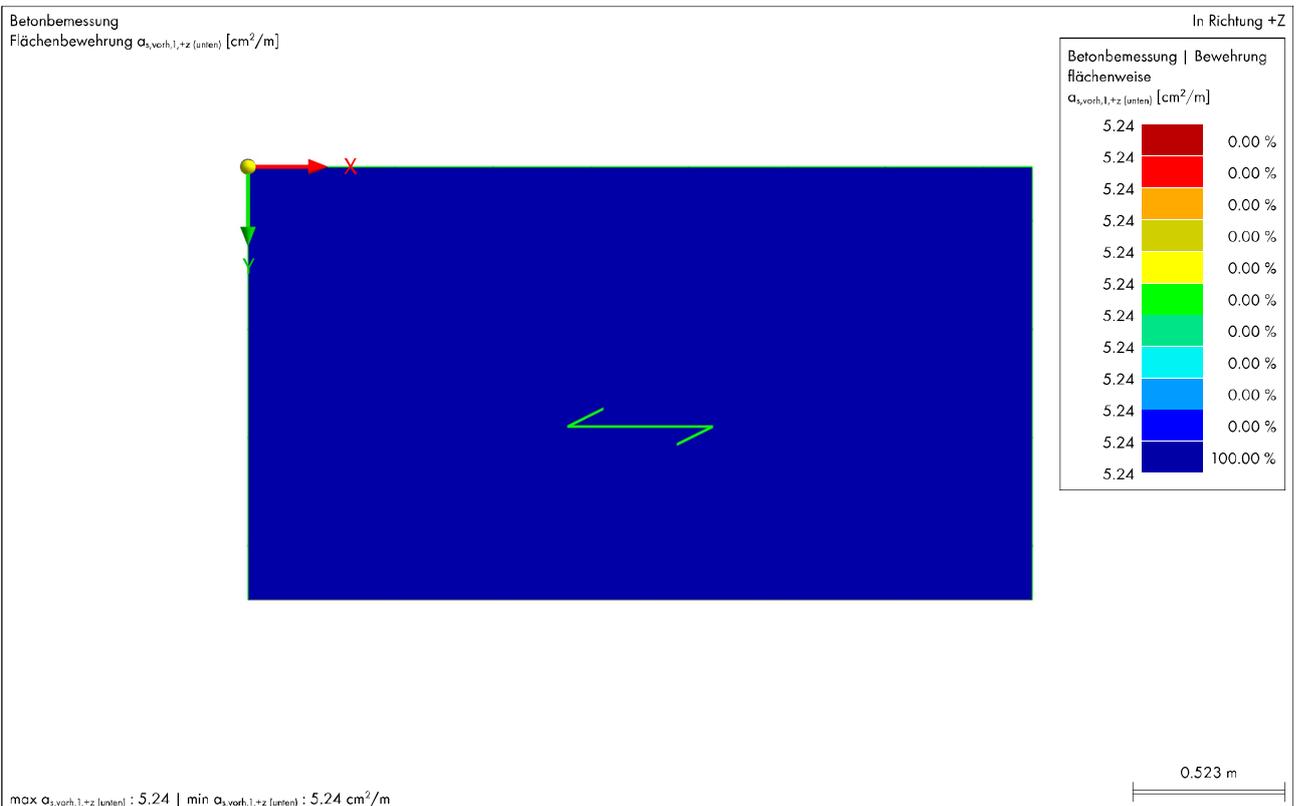
7.2.6 VORHANDENE OBERE BEWEHRUNGSLAGE $\alpha_{s,vorh,2,-z}$ (oben), Y-RICHTUNG

Betonbemessung



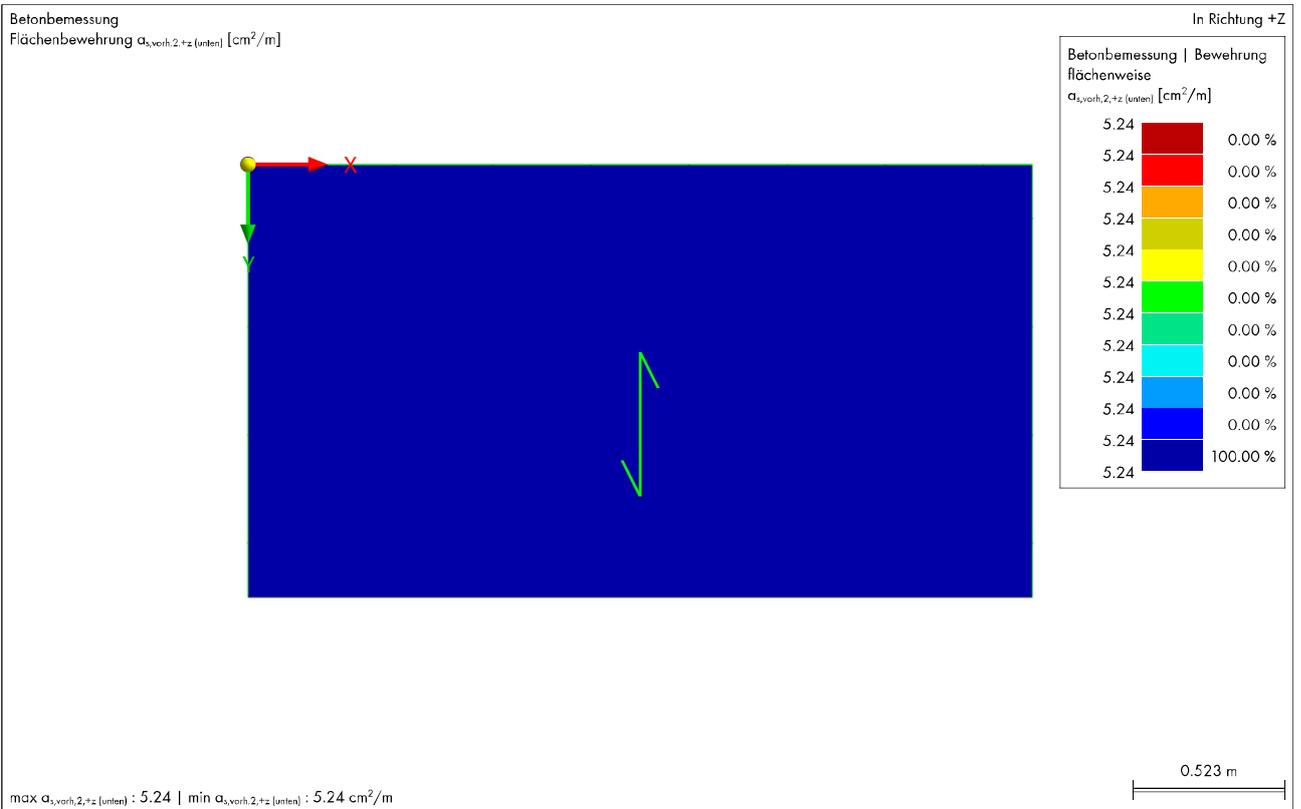
7.2.7 VORHANDENE UNTERE BEWEHRUNGSLAGE $\alpha_{s,vorh,1,+z}$ (unten), X-RICHTUNG

Betonbemessung



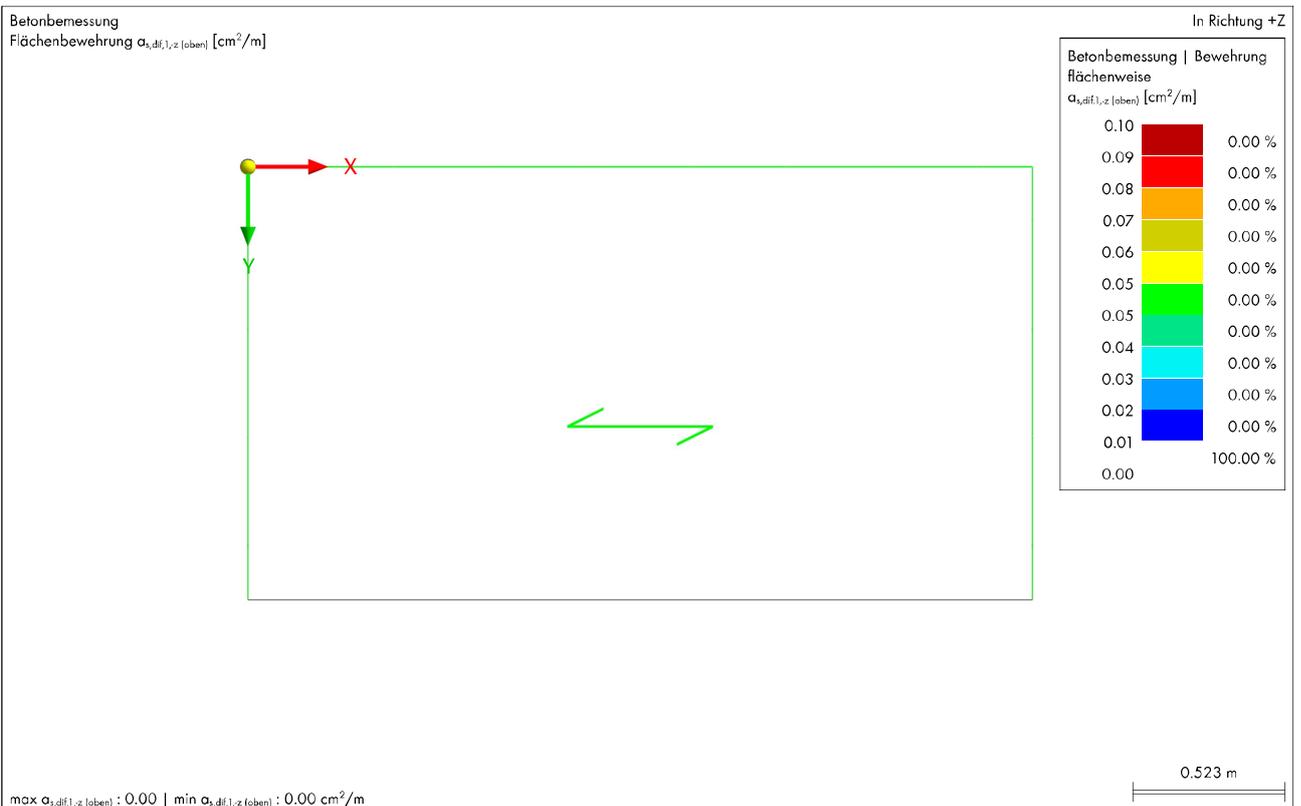
7.2.8 **VORHANDENE UNTERE BEWEHRUNGSLAGE $\alpha_{s,vorh,2,+z}$ (unten), Y-RICHTUNG**

Betonbemessung



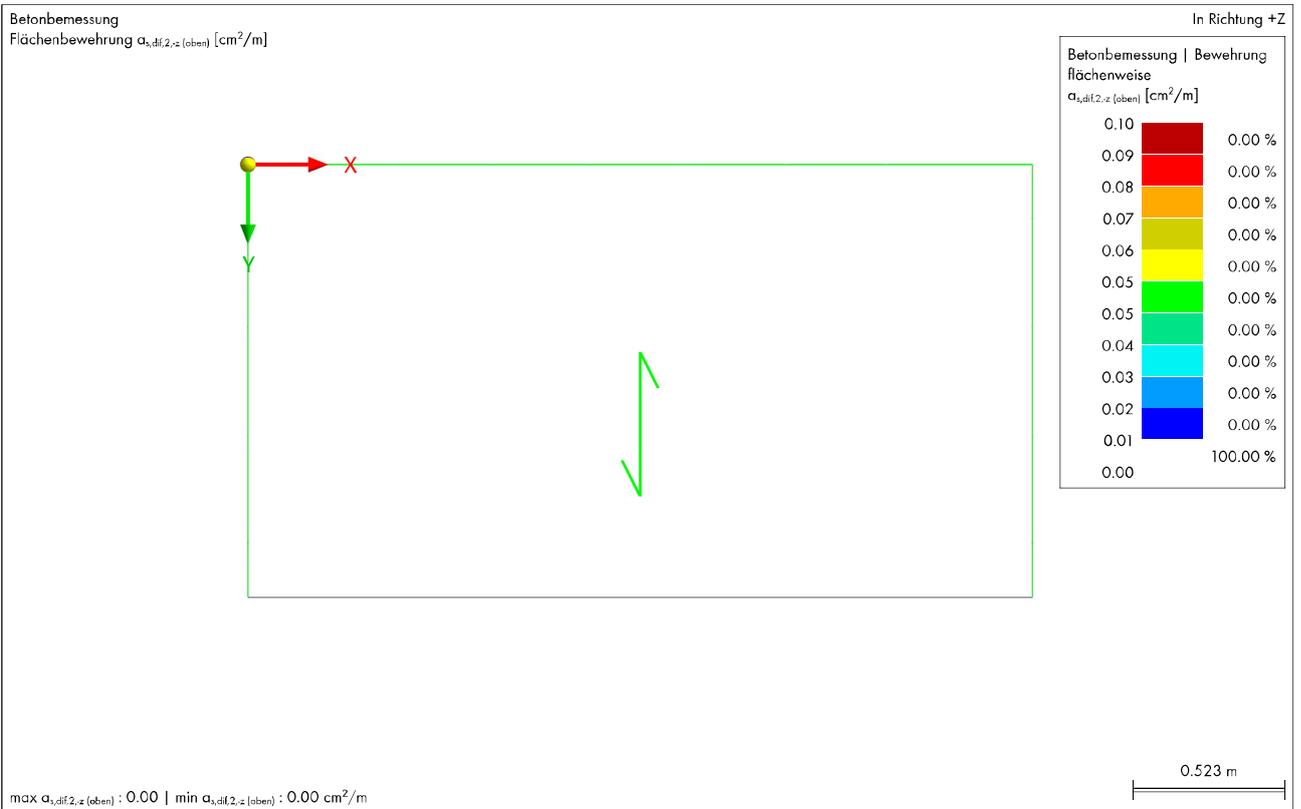
7.2.9 **NICHT ABGEDECKTE OBERE BEWEHRUNGSLAGE $\alpha_{s,dif,1,-z}$ (oben), X-RICHTUNG**

Betonbemessung



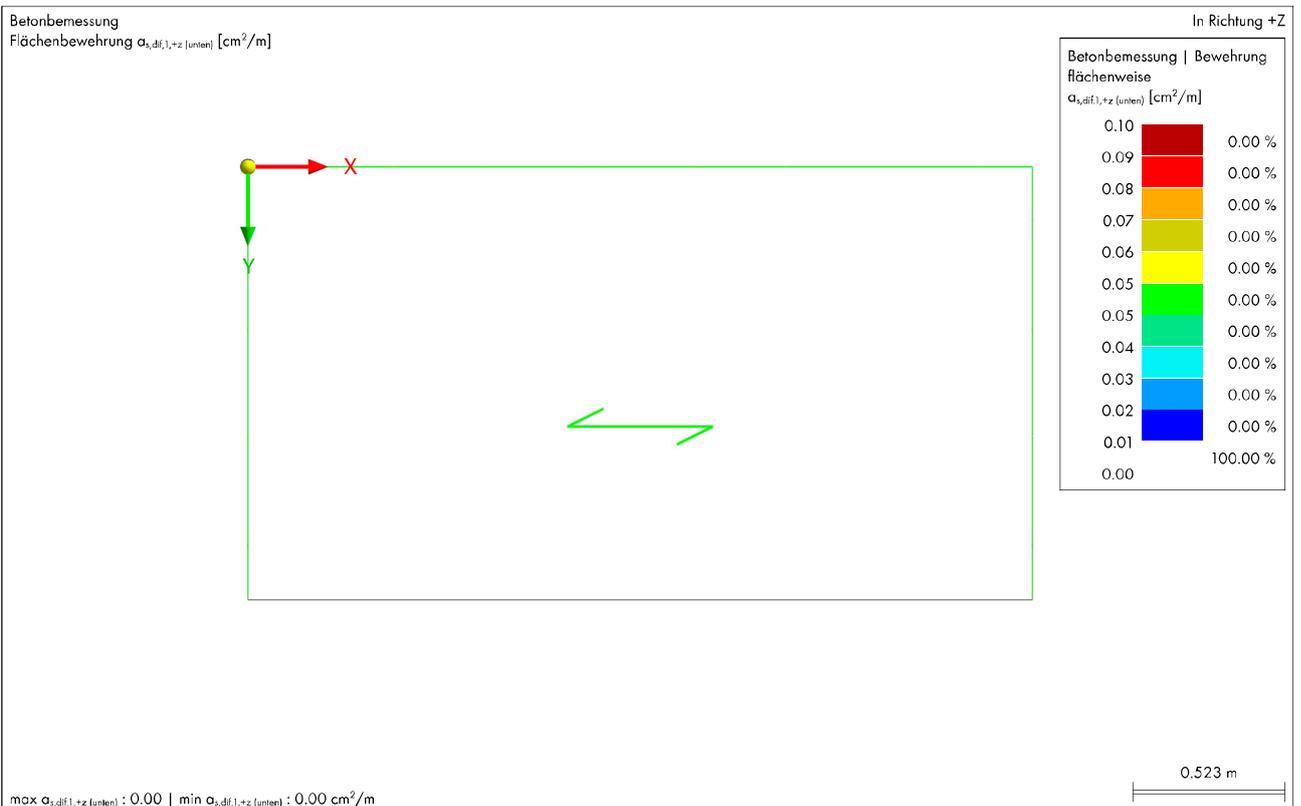
7.2.10 NICHT ABGEDECKTE OBERE BEWEHRUNGSLAGE $\alpha_{s,dif,2,-z}$ (oben), Y-RICHTUNG

Betonbemessung



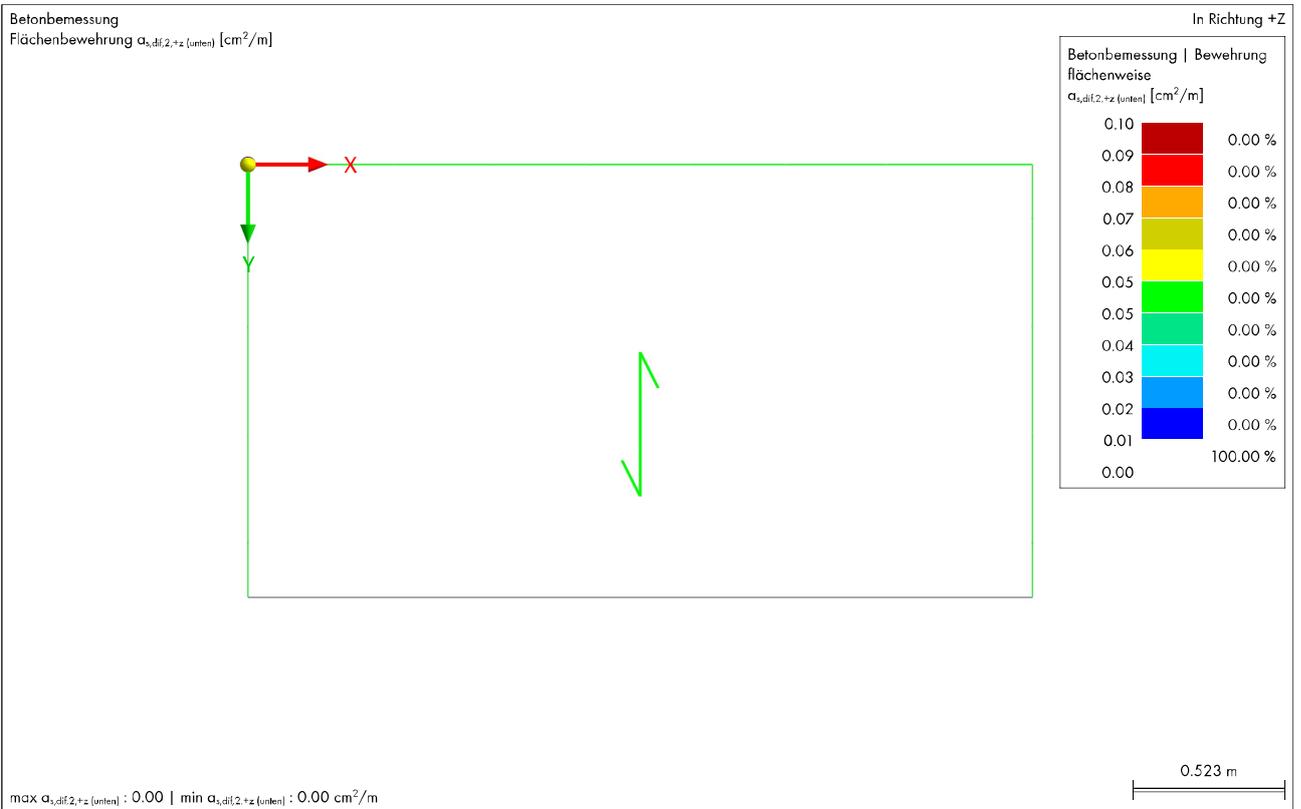
7.2.11 NICHT ABGEDECKTE UNTERE BEWEHRUNGSLAGE $\alpha_{s,dif,1,+z}$ (unten), X-RICHTUNG

Betonbemessung



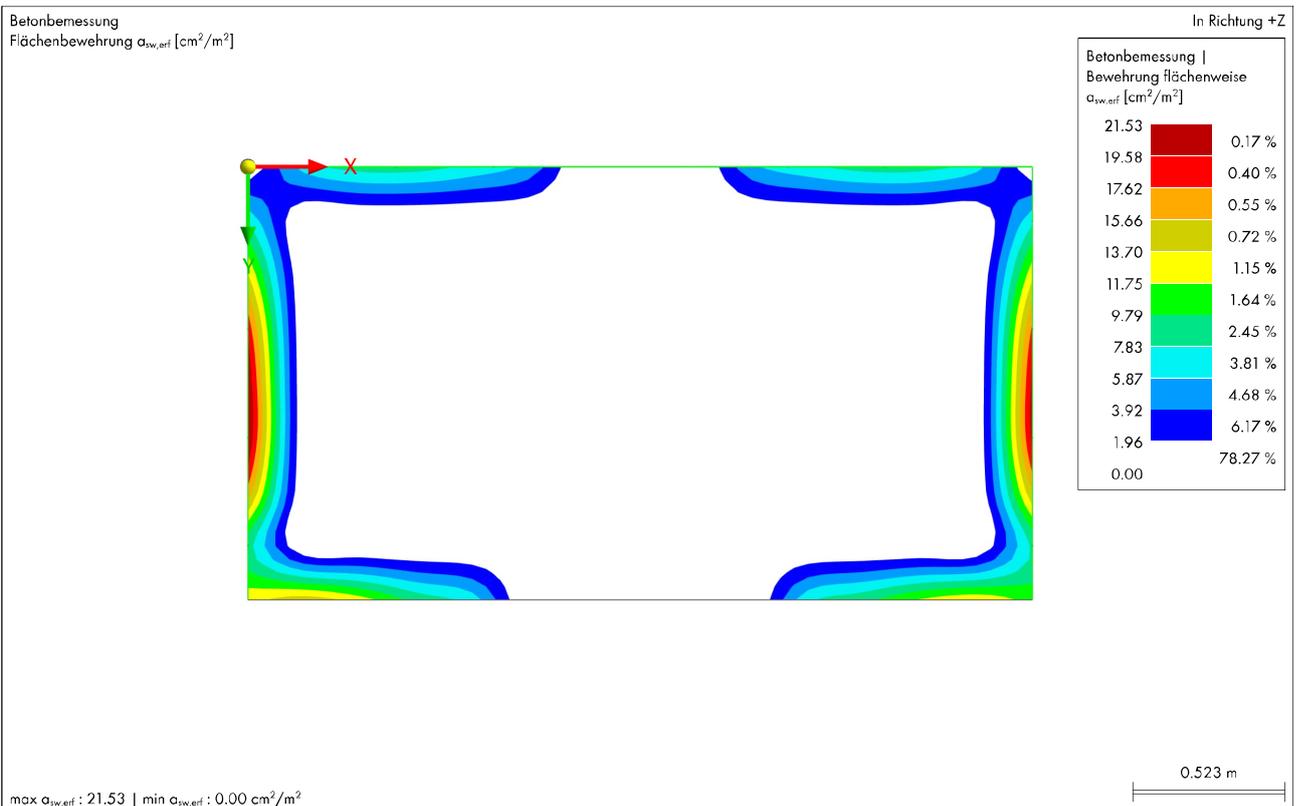
7.2.12 NICHT ABGEDECKTE UNTERE BEWEHRUNGSLAGE $\alpha_{s,dif,2,+z}$ (unten), Y-RICHTUNG

Betonbemessung



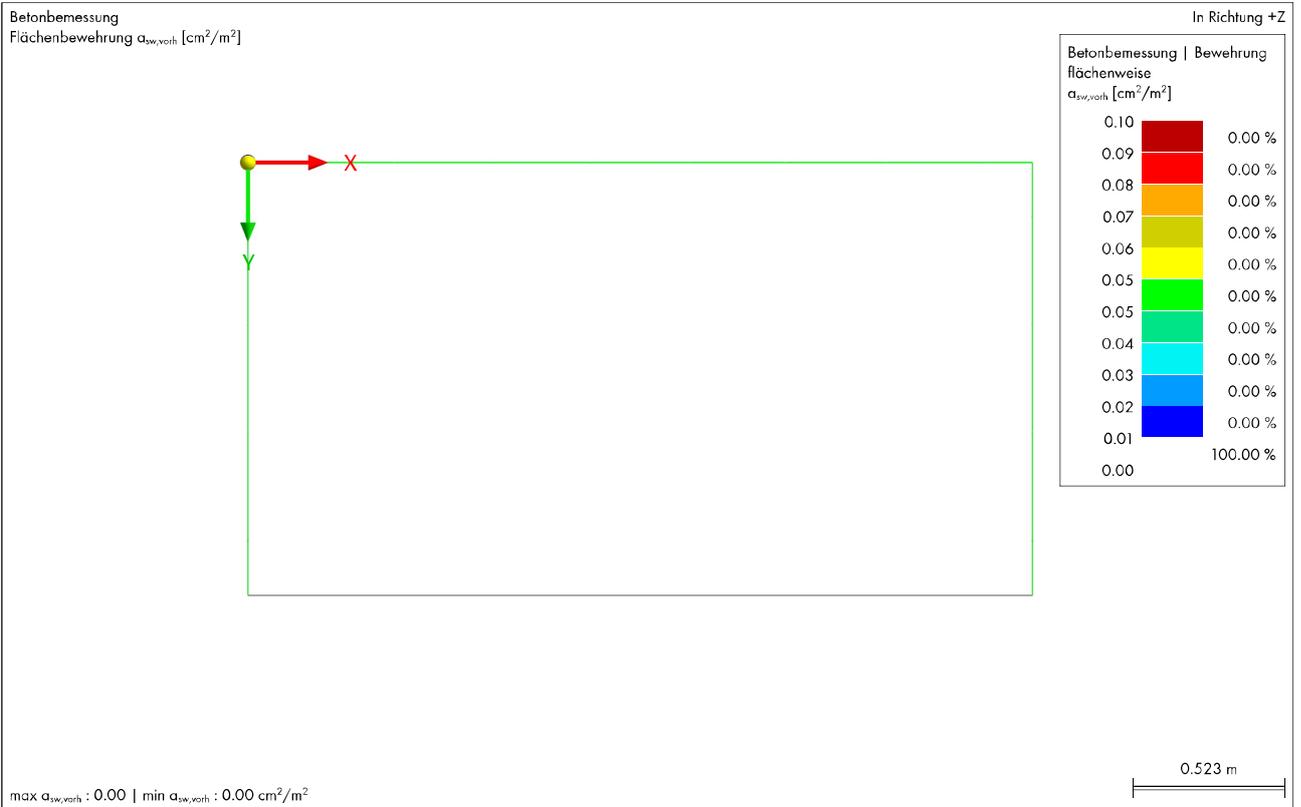
7.2.13 ERFORDERLICHE QUERBEWEHRUNG $\alpha_{sw,erf}$

Betonbemessung



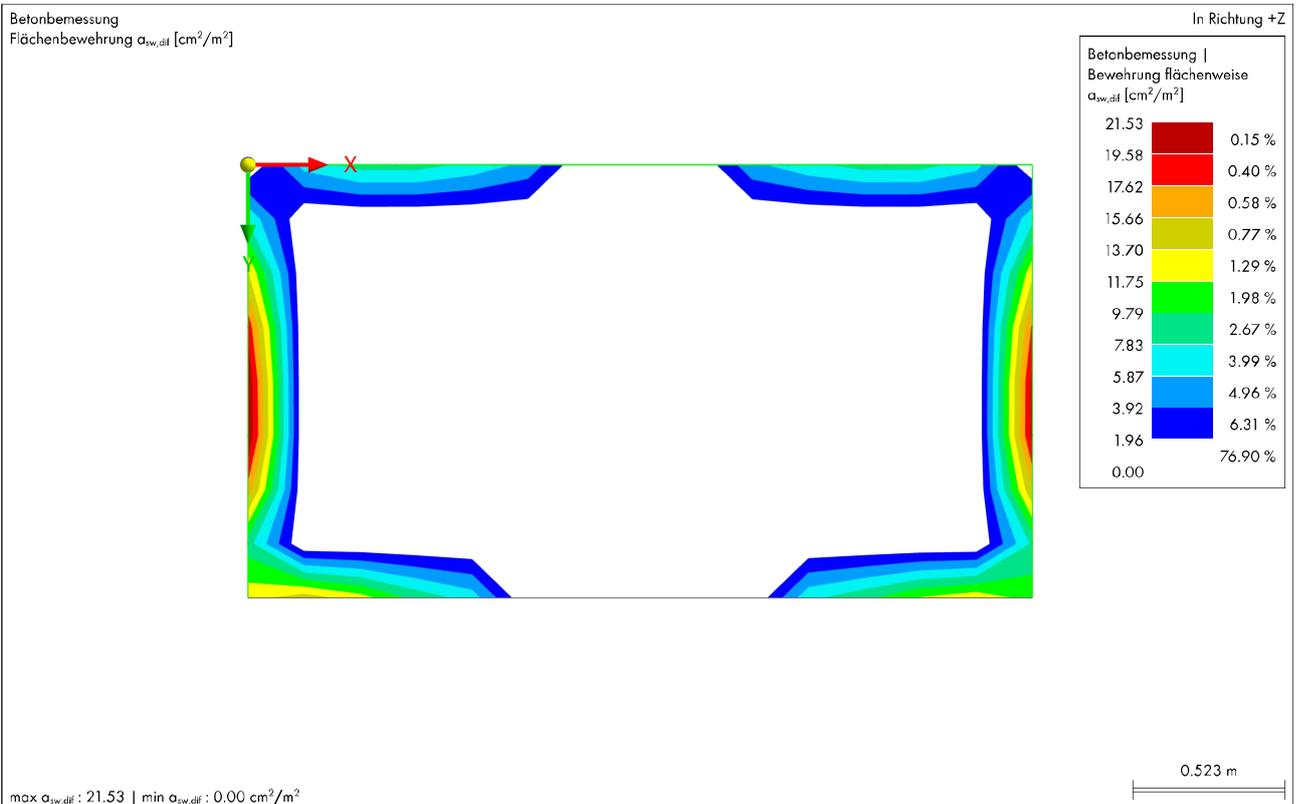
7.2.14 **VORHANDENE QUERBEWEHRUNG $a_{sw,vorh}$**

Betonbemessung



7.2.15 **NICHT ABGEDECKTE QUERBEWEHRUNG $a_{sw,dif}$**

Betonbemessung

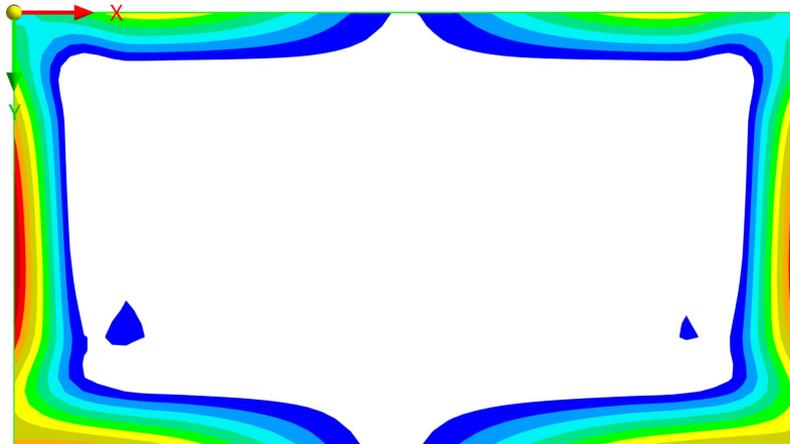


7.2.16 NACHWEIS SCHUBSPANNUNG v_{Ed} / v_{Rd}

Betonbemessung

Betonbemessung
Flächennachweis UL0203.02 | v_{Ed} / v_{Rd}

In Richtung +Z



Betonbemessung |
Nachweise nach Flächen

2.652	0.30 %
2.422	0.63 %
2.192	0.97 %
1.962	1.79 %
1.732	2.63 %
1.501	3.28 %
1.271	4.13 %
1.041	5.00 %
0.811	5.13 %
0.580	7.01 %
0.350	69.13 %
0.120	

max UL0203.02 | v_{Ed} / v_{Rd} : 2.652 | min UL0203.02 | v_{Ed} / v_{Rd} : 0.120

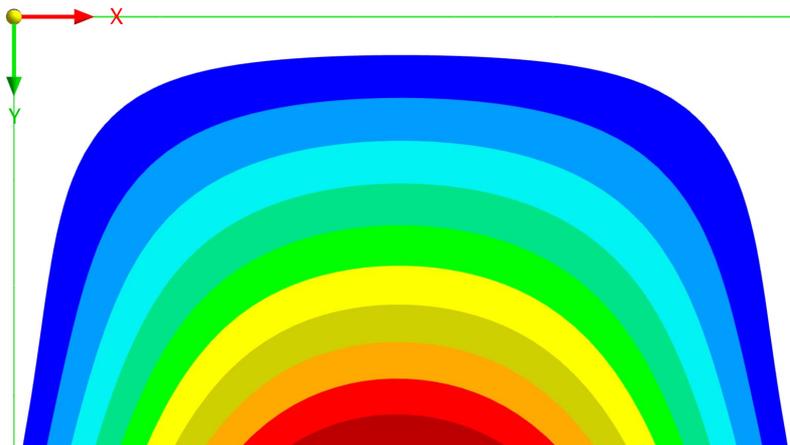
0.523 m

7.2.17 GLOBALE VERFORMUNGEN $|u|$, GZG, ZUSTAND II

Betonbemessung

Betonbemessung
Flächennachweis SE0400 | $|u| / u_{lim}$

In Richtung +Z



Betonbemessung |
Nachweise nach Flächen

0.538	1.62 %
0.489	3.06 %
0.440	4.17 %
0.392	5.24 %
0.343	6.37 %
0.294	7.63 %
0.245	9.10 %
0.196	10.84 %
0.147	13.06 %
0.098	16.25 %
0.049	22.66 %
0.001	

max SE0400 | $|u| / u_{lim}$: 0.538 | min SE0400 | $|u| / u_{lim}$: 0.001

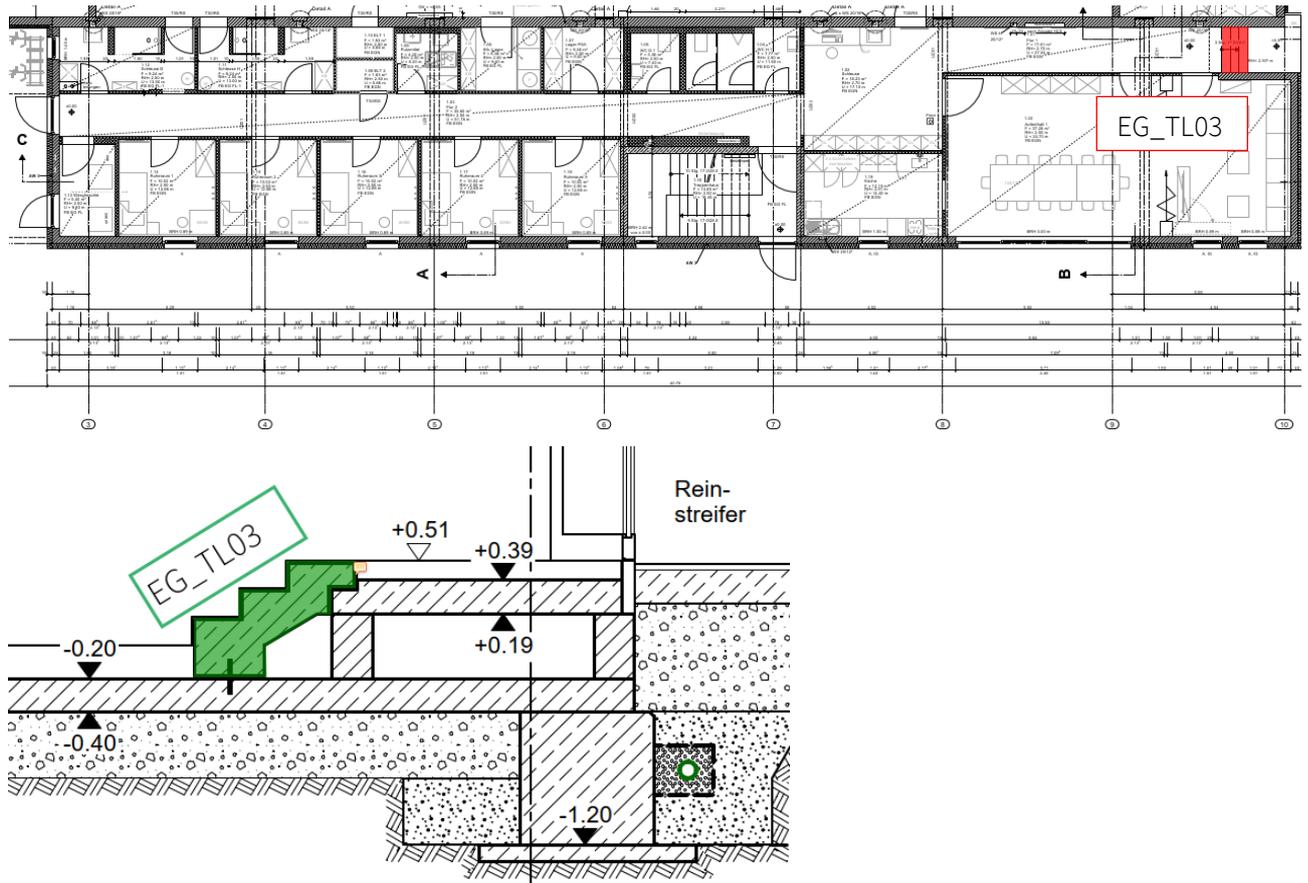
0.523 m

6.2. Eingangstreppe

6.2.1 Pos. EG_TL03: Eingangsbereich, Treppenlauf

Es folgt die Bemessung des Treppenlaufes im Eingangsbereich des Sozialbaus im Bereich der Achsen B/9-10. Dieser spannt zwischen dem Podest EG_TP02 und der Bodenplatte EG_GR01. Die Treppe wird in Fertigteilbauweise ausgeführt.

Auszug Architekturplan



Geometrie/Material

Stahlbeton	C25/30 XC1, WO;	w = 0,40 mm
Betonstahl	B500	
Dicke Lauf	h = 18 cm	
Stufenmaß	3 Stg. 17.0/28.0	
Betondeckung	$c_{nom} = 2,0$ cm (oben + unten)	
Bewehrung oben	$\varnothing 10 / 15$ längs und $\varnothing 8 / 15$ cm quer	
Bewehrung unten	$\varnothing 10 / 15$ längs und $\varnothing 8 / 15$ cm quer	
Konsolbewehrung	gemäß Frilo-Ausdruck	
Tronsolen	Typ F-V1 bzw. Typ D + Typ B-V1 der Fa. Schöck o. glw.	

Lastannahmen

Ständige Lasten:

Eigenlasten programmintern

Wichte Stahlbeton 25 kN/m³

Fußbodenaufbau

g_k = 1,50 kN/m²

Veränderliche Lasten:

Nutzlast Kat. T2

q_k = 5,00 kN/m²

Nachweis der Rissbreitenbeschränkung

Hinweise nach Tab. 3 sind bei Bauausführung zu beachten

Tabelle 3. Empfohlene Anhaltswerte für die Betonzugfestigkeit bei Zwang aus Abfließen der Hydratationswärme (Tabelle 7 aus DBV [1])

S	1	2	3	4	5
Z	Festigkeitsentwicklung des Betons	Bauteildicke <i>h</i>			
		≤ 0,30 m	≤ 0,80 m	≤ 2,0 m	> 2,0 m
1	langsam ($r < 0,30$) ^{1) 2)}	– ³⁾	0,60 <i>f_{ctm}</i>	0,70 <i>f_{ctm}</i> ⁴⁾	0,80 <i>f_{ctm}</i> ⁴⁾
2	mittel ($r < 0,50$) ¹⁾	0,65<i>f_{ctm}</i>	0,75<i>f_{ctm}</i>	0,85<i>f_{ctm}</i>	0,95<i>f_{ctm}</i>
3	schnell ($r ≥ 0,50$) ¹⁾	0,80 <i>f_{ctm}</i>	0,90 <i>f_{ctm}</i>	1,0 <i>f_{ctm}</i>	1,00 <i>f_{ctm}</i>

¹⁾ Die Festigkeitsentwicklung des Betons wird durch das Verhältnis $r = f_{cm}(2 \text{ d}) / f_{cm}(28 \text{ d})$ beschrieben, das bei der Eignungsprüfung oder auf der Grundlage eines bekannten Verhältnisses von Beton vergleichbarer Zusammensetzung (d. h. gleicher Zement, gleicher w/z-Wert) ermittelt wurde.

Wird bei besonderen Anwendungen die Druckfestigkeit zu einem späteren Zeitpunkt $t > 28$ Tage bestimmt, ist das Verhältnis der mittleren Druckfestigkeit nach 2 Tagen $f_{cm}(2 \text{ d})$ zur mittleren Druckfestigkeit zum Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit $f_{cm}(t)$ zu ermitteln oder es ist vom Betonhersteller eine Festigkeitsentwicklungskurve bei 20 °C zwischen 2 Tagen und dem Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit anzugeben.

²⁾ Bei Festigkeitsklassen $\geq C30/37$ ist es i. d. R. nicht möglich, das Festigkeitsverhältnis $r \leq 0,30$ bezogen auf 28 Tage zu begrenzen. In diesen Fällen ist es erforderlich, den Zeitpunkt des Nachweises der Festigkeitsklasse auf einen späteren Zeitpunkt (z. B. 56 Tage) zu vereinbaren.

³⁾ Die Auslegung der Bewehrung bei dünnen Bauteilen auf eine langsame Festigkeitsentwicklung ist nicht sinnvoll. Es sollte grundsätzlich mindestens eine mittlere Festigkeitsentwicklung angenommen werden.

⁴⁾ Der empfohlene Anhaltswert für massige Bauteile ist erst bei der Verwendung von langsam erhärtenden Betonen mit einem Prüfalter von 91 Tagen zu erwarten.

Begrenzung der Rissbreite unter zentrischen Zwang $k_c = 1,0$			
(Direkte Berechnung nach DIN EN 1992-1-1, 7.3.2 + NA)			
Bewehrungsrichtung		x- Richtung	y- Richtung
Beton	Betongüte	C25/30	
	Betonzugfestigkeit	f_{ctm} [N/mm ²]	2,60
	Festigkeitsentwicklung des Betons	r	< 0,5
	Beiwert für Zeitpunkt Rissbildung	$k_{z,t}$ [%]	65
	wirksame Zugfestigkeit	$f_{ct,eff}$ [N/mm ²]	1,69
Bewehrung	Stahlsorte	B	B 500
	Elastizitätsmodul	E_s [N/mm ²]	200.000
		E_{cm} [N/mm ²]	31.000
	Durchmesser	d_s/d_{sv} [mm]	10 10
	Stababstand	s [cm]	15,0 15,0
	Mattenbewehrung	(j / n)	n n
	Querschnitt je Bauteilseite	$A_{s1}=A_{s2}$ [cm ² /m]	5,24 5,24
	Gesamtquerschnitt	vorh A_s [cm ² /m]	10,47 10,47
Abmessung	Betonüberdeckung	c_{nom} [cm]	2,0 3,0
	Bauteilhöhe	h [cm]	18,0
	Betonquerschnitt	A_{ct} [cm ² /m]	1.800,0
	Achsabstand Bewehrung	d_1 [cm]	2,5 3,5
	Wirkungstiefe Bewehrung	h_{eff} [cm]	6,8 8,8
	wirksame Betonzugfläche	$A_{c,eff}$ [cm ² /m]	1.360,0 1.760,0
Beiwerte	Spannungsverteilung innerhalb Zugzone	k_c	1,00
	Verteilung Betonzug-spannungen	k	0,80
	effektiver Bewehrungsgrad	$_{eff} \rho$	0,8% 0,6%
	geometrischer Bewehrungsgrad	ρ_{tot}	0,8% 0,6%
	Betonstahlspannung im Riss		
	$\sigma_s = k_c * k * f_{ct,eff} * A_c / A_s$		232,39 232,39
	mittlere Differenzdehnung Stahl - Beton	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0,070% 0,070%
	Maximaler Rissabstand	$s_{r,max}$ [mm]	361 382
Achtung bei Mattenbewehrung (DIN EN 1992-1-1-NA, 7.3.4(3)):			
	Rissabstand < doppelte Maschenweite	$s_{r,max}$ [mm] <	300 300
Vorhandene rechnerische Rissweite		w_k [mm]	0,253 0,266

Bemessung

Alle GZT und GZG Nachweise gemäß nachfolgendem Frilo-Ausdruckprotokoll.

Bemessung Tronsolen

Auflager A: $F_{z,Ed} = 25,1 \text{ kN/m}$

Tronsole Typ D + Typ B-V1 $F_{z,Rd} = 42,4 \text{ kN/m} > F_{z,Ed}$

Typ D+B

Schöck Tronsole® Typ	B-V1	B-V2
$v_{Rd,z} \text{ [kN/m]}$	42,4	59,3
$v_{Rd,x} \text{ [kN/m]}$	$\pm 3,8$	$\pm 3,8$
$v_{Rd,y} \text{ [kN/m]}$	$\pm 3,8$	$\pm 3,8$

Auflager B: $F_{z,Ed} = 24,8 \text{ kN/m}$

Tronsole Typ F-V1 $F_{z,Rd} = 42,4 \text{ kN/m} > F_{z,Ed}$

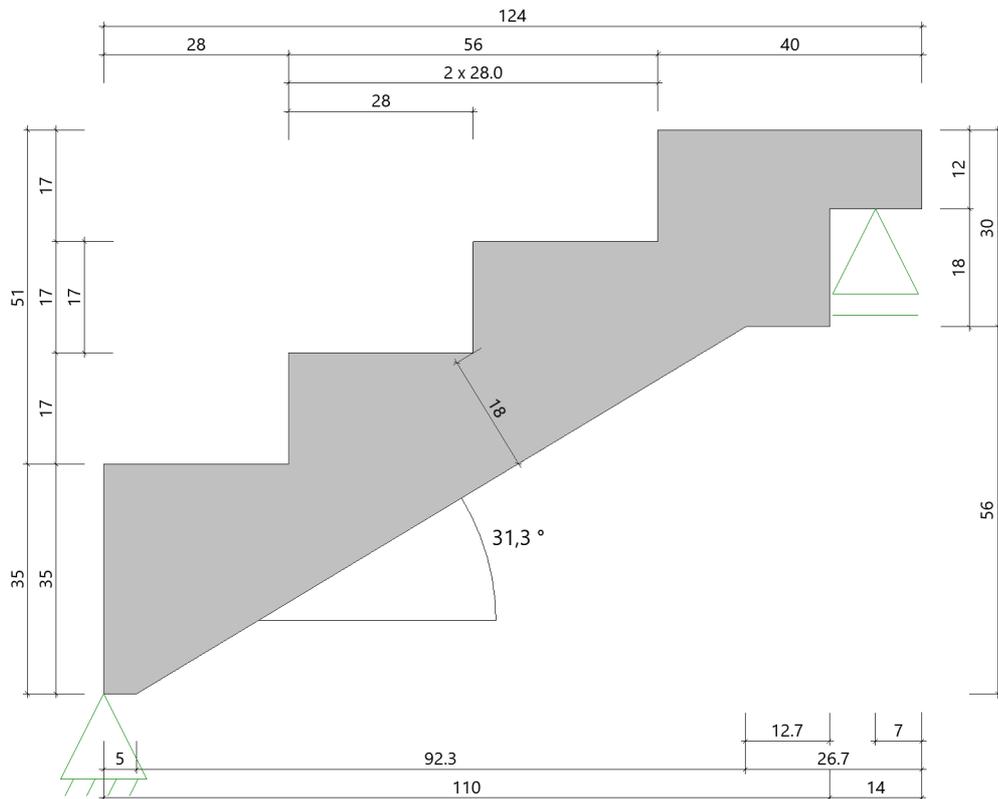
Typ F:

Schöck Tronsole® Typ	F-V1	F-V2
$v_{Rd,z} \text{ [kN/m]}$	42,4	59,3
$v_{Rd,x} \text{ [kN/m]}$	$\pm 3,8$	$\pm 3,8$
$v_{Rd,y} \text{ [kN/m]}$	$\pm 3,8$	$\pm 3,8$

EG_TL03 Treppenlauf Eingang

Treppenlauf (x64) B7+ 01/23 (FRILO R-2023-1/P06)

Systemgrafik



Geometrie

Rfb Podest oben - Rfb Podest unten	$H_1 =$	51.0 cm
Länge vom 1. bis zum letzten Antritt	$L_1 =$	56.0 cm
Länge unteres Podest bis VK Auflager	$L_2 =$	28.0 cm
Länge oberes Podest bis VK Auflager	$L_3 =$	40.0 cm
Laufbreite	$B_1 =$	150.0 cm
Belagbreite	$B_2 =$	150.0 cm
Verkehrslastbreite	$B_3 =$	150.0 cm
Anzahl der Steigungen	$n_s =$	3
Antrittshöhe unten	$H_u =$	17.0 cm
Antrittshöhe oben	$H_o =$	17.0 cm
Treppenstufen	$H_s / L_s =$	17.0 / 28.0 cm
Unterschneidung	$u =$	0.0 cm
Treppenlaufdicke	$D_1 =$	18.0 cm
Dicke unteres Podest	$D_2 =$	35.0 cm
Dicke oberes Podest	$D_3 =$	30.0 cm
Länge der Laufuntersicht im Grundriß	$L_4 =$	92.2 cm
Abstand 1. Antritt bis zum Knickpunkt unten	$L_5 =$	-23.0 cm
Länge der oberen Auflagerkonsole	$L_7 =$	14.0 cm
Dicke der oberen Auflagerkonsole	$D_7 =$	12.0 cm
Abstand oberes Auflager vom Konsolenende	$L_{15} =$	7.0 cm
Lagerung		

unten: gelenkig ohne Konsole

oben: gelenkig mit Konsole

Auflager

Ort [-]	horizontal [kN/m]	vertikal [kN/m]	drehend [kNm/rad]
links	starr	starr	frei
rechts	frei	starr	frei

Dauerhaftigkeit

Anforderungen Dauerhaftigkeit

Betonangriff	X0
Bewehrungskorrosion	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 10 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 10 \text{ mm} \quad *5$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 20 \text{ mm}$
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 20 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$

*5: Verbund maßgebend

Sicherheits- und Kombinationsbeiwerte

Einwirkungsgruppe	γ_G	γ_Q	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Kat. B: Bürogebäude	1,35	1,5	0,7	0,5	0,3

Belastung

Ort [-]	Typ [-]	g [kN/m ²]	q [kN/m ²]
unteres Podest/ Konsole	Belag	1.50	-
	Verkehr	-	5.00
Treppenlauf	Belag	1.50	-
	Verkehr	-	5.00
oberes Podest/ Konsole	Belag	1.50	-
	Verkehr	-	5.00

Resultierende Belastung (bezogen auf die horizontale Fläche)

Ort [-]	Typ [-]	g [kN/m ²]	q [kN/m ²]
unteres Podest/ Konsole	Eigengewicht	8.75	-
	Belag	1.50	-
	Verkehr	-	5.00
	Summe	10.25	5.00
Treppenlauf	Eigengewicht	7.39	-
	Belag	1.50	-
	Verkehr	-	5.00
	Summe	8.89	5.00
oberes Podest/ Konsole	Eigengewicht	7.50	-

Ort [-]	Typ [-]	g [kN/m ²]	q [kN/m ²]
	Belag	1.50	-
	Verkehr	-	5.00
	Summe	9.00	5.00

Das Eigengewicht ist mit $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Norm, Materialien und Bewehrungslage

Bemessung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

Baustoffe: Beton	C25/30	Stahl	B500A
$\gamma_c =$	1.50	$\gamma_s =$	1.15
$f_{ck} =$	25.0 N/mm ²	$f_{yk} =$	500.0 N/mm ²
$f_{cd} =$	14.2 N/mm ²	$f_{yd} =$	434.8 N/mm ²

Einzellängen (bezogen auf die Stabachsen)

	unteres Podest	Treppenlauf	oberes Podest
Abmessung	0.17 m	0.88 m (L _{hor}) 0.54 m (L _{vert}) 1.03 m (L _{ges})	0.12 m

Bewehrungslage unten $d_1 = 3.0 \text{ cm}$

Bewehrungslage oben $d_2 = 3.0 \text{ cm}$

Biegebemessung

Alle Bemessungsergebnisse je m Treppenbreite!

Biegebewehrung

Ort [-]	h [cm]	M _{Ed} [kNm/m]	N _{Ed} [kN/m]	erf. a _{su} [cm ² /m]	erf. a _{so} [cm ² /m]	Info [-]
unteres Podest, untere Bewehrung	35.0	1.64	0.0	3.6	0.0	*)
Treppenlauf, untere Bewehrung	18.0	1.27	4.7	2.1	0.0	*)
oberes Podest, untere Bewehrung	30.0	1.27	0.0	3.2	0.0	*)

*) Mindestlängsbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.1.1 (1) ist maßgebend.

vorh. Bewehrung

untere Bewehrung 10 Ø 10 / 15.6 cm (Anzahl Ø vom Anwender gewählt)
vorh. a_{su} = 5.24 cm²/m

Hinweis: vorh. a_s (bezogene Bewehrung) = vorh. A_s (absolute Bewehrung) / B₁ (Laufbreite).

Schubbemessung

Schubbewehrung B500A

Ort [-]	V_{Ed} [kN/m]	N_{Ed} [kN/m]	k_z [-]	θ [Grad]	a_{sL} [cm ² /m]	$V_{Rd,c}$ [kN/m]	$V_{Rd,max}$ [kN/m]	erf. $a_{sBü}$ [cm ² /m ²]	Info [-]
unteres Podest links	11.7	0.0	0.88	18.4	0.0	134.2	892.5	5.9	*)
unteres Podest rechts	8.2	0.0	0.88	18.4	3.6	134.2	892.5	5.9	*)
Treppenlauf links	7.0	-4.2	0.73	18.4	2.1	74.7	350.6	0.0	
Treppenlauf rechts	-7.7	4.7	0.73	18.4	2.1	73.8	350.6	0.0	
oberes Podest links	-9.0	0.0	0.85	18.4	3.2	119.9	733.1	0.0	
oberes Podest rechts	-11.4	0.0	0.85	18.4	0.0	119.9	733.1	0.0	

*) Mindestschubbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.2 (5) ist maßgebend.

Rissbreitennachweis

Der Nachweis erfolgt mit der quasiständigen Einwirkungskombination

Rissbreitenbegrenzung Treppe:

Ort [-]	h [cm]	M_{Ed} [kNm]	N_{Ed} [kN]	vorh. A_{su} [cm ²]	vorh. A_{so} [cm ²]	UWK [-]	$d_{s,vorh}$ [mm]	$d_{s,Grenz}$ [mm]	vorh. W [mm]	zul. W [mm]
Treppenlauf, untere Seite	18.0	2.68	0.2	7.9	0.0	XC1	10	100	0.002	0.40

Verformung

Die Berechnung erfolgt mit der quasiständigen Einwirkungskombination für den Zustand I ($E_{cm} = 31000$ N/mm²).max. $f = 0.0$ cm (im Treppenlauf bei $x = 0.52$ m)

Hinweis: Der Durchbiegungswert ist senkrecht zur entsprechenden Bauteilachse zu verstehen. Der x-Wert bezieht sich auf den Bauteilanzfang (Anfang unteres Podest, Treppenlauf, oberes Podest usw.) und verläuft in Richtung der Bauteilachse.

Auflagerkräfte

Definition Auflagerkräfte

(A) linkes Auflager (v) vertikale Auflagerkraft
(B) rechtes Auflager (h) horizontale Auflagerkraft

Auflagerkräfte je m Treppenbreite

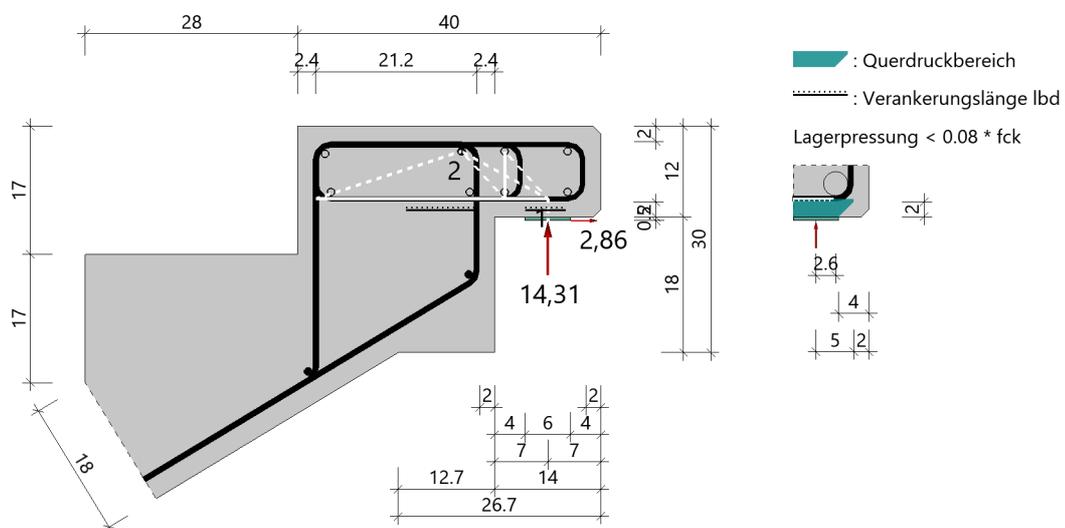
	A_v [kN/m]	A_h [kN/m]	B_v [kN/m]	B_h [kN/m]
$\gamma = 1.0$				
gesamt	8.3	0.0	8.2	0.0
aus g	5.4	0.0	5.2	0.0
aus q	2.9	0.0	2.9	0.0
γ -fach				

	A_v [kN/m]	A_h [kN/m]	B_v [kN/m]	B_h [kN/m]
gesamt	11.7	0.0	11.4	0.0
aus g	7.3	0.0	7.1	0.0
aus q	4.4	0.0	4.4	0.0

Treppeneigengewicht

Das Treppeneigengewicht (ohne Belag) G_k beträgt 13.3 kN

Grafik Konsole oben



Eingaben:

Streifenlager:	Breite = 6.0 cm	Dicke = 0.5 cm	Tiefe = 120.0 cm
Betondeckung Konsole:	$c_{v,oben} = 2.0$ cm	$c_{v,unten} = 2.0$ cm	$c_{v,rechts} = 2.0$ cm
Aufhängebewehrung:	$c_{v,unten} = 2.6$ cm	$c_{v,rechts} = 2.0$ cm	

Horizontallast $H_{Ed} = 2.86$ kN/m (20 % aus $F_{Ed} = 14.31$ kN/m)

Ergebnisse (nach Heft 600)

Querkraft	$V_{Ed} = 14.3$ kN	Querkraftwiderstand	$V_{Rd,c} = 47.5$ kN
Nutzhöhe	$d = 9.6$ cm	Verhältnis	$a_c / h_c = 0.58$
Druckstrebe	$V_{Rd,max} = 621.0$ kN	Hebelarm	$z = 8.6$ cm
Faktor	$v = 0.58$		
Lage der Druckstreben	$z_0 = 6.3$ cm [#]	Verhältnis	$a_c / z_0 < 1.11$
Abstand	$a_H = 2.9$ cm	Zuggurtkraft	$F_{sd} = 20.1$ kN
Aufhängekraft	$Z_s = 20.7$ kN		

Druckstrebe	$V_{Rd,max} = 621.0$ kN	$\geq V_{Ed} = 14.3$ kN
Pressung unter Lager	$\sigma_c = 0.24$ N/mm ²	$\leq \sigma_{Rd,max} = 10.63$ N/mm ²

Längsbewehrung $\varnothing 10$

Es wurde mit reduziertem z_0 gerechnet. $z_0 = d - c_{v,oben} - d_{Aufhängebew.} - d_{Längsbew.}/2$

Zuggurt

erforderlich $a_s = 0.46 \text{ cm}^2/\text{m}$ gewählt $\varnothing 8 / 10 = 5.03 \text{ cm}^2/\text{m}$

Aufhängebewehrung

erforderlich $a_s = 0.48 \text{ cm}^2/\text{m}$ gewählt $\varnothing 8 / 10 = 5.03 \text{ cm}^2/\text{m}$

Verankerung

Verbundbedingungen $\eta_1 = 1.00$ Stabdurchmesser $\eta_2 = 1.00$

Grundwert $l_{b,rqd} = 32.29$

Verankerung am Konsolende

Beiwert	$\alpha_1 = 0.70$	Beiwert	$\alpha_4 = 1.00$
Beiwert	$\alpha_5 = 0.67$	Verbundspannung	$f_{bd} = 2.693 \text{ N/mm}^2$
Mindestverankerungslänge	$l_{b,min} = 5.3 \text{ cm}$	Bemessungswert	$l_{bd} = 5.3 \text{ cm}$
Verankerungslänge	$l_{b,vorh} = 8.0 \text{ cm}$		

Nachweis der Verankerungslänge am Konsolende ist erbracht.

Verankerung im Bauteil

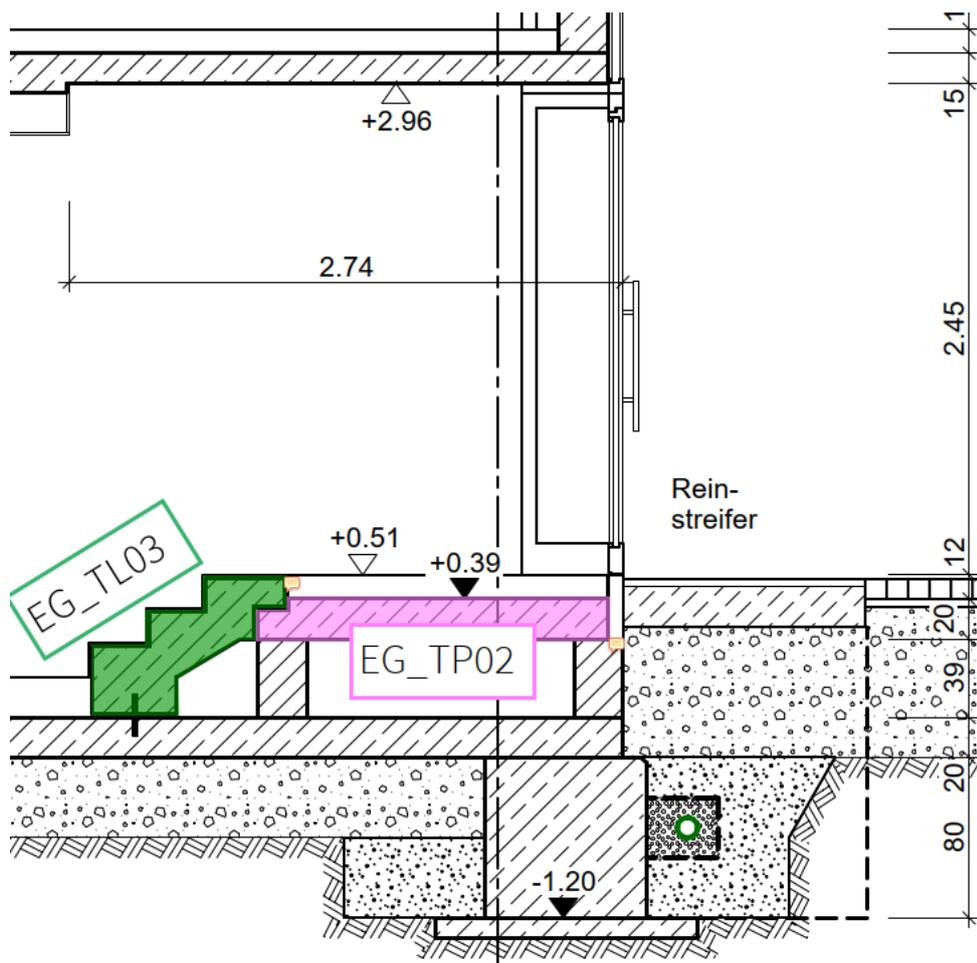
Beiwert	$\alpha_1 = 1.00$	Beiwert	$\alpha_4 = 1.00$
Beiwert	$\alpha_5 = 1.00$	Verbundspannung	$f_{bd} = 2.693 \text{ N/mm}^2$
Mindestverankerungslänge	$l_{b,min} = 9.7 \text{ cm}$	Bemessungswert	$l_{bd} = 9.7 \text{ cm}$

Nachweis der Verankerungslänge im Bauteil ist erbracht.

6.2.2 Pos. EG_TP02: Eingangsbereich, Treppenpodest

Es folgt die Bemessung des oben genannten Treppenpodestes im EG im Bereich der Achsen B/9-10. Nachweis der Decke erfolgt am Einzelmodell im Sinne eine einachsig gespannten Einfeldträgers.

Auszug Architekturplan



Geometrie/Material

Stahlbeton	C25/30 XC1, WO;	$w = 0,40 \text{ mm}$
Betonstahl	B500	
Abmessungen	$h = 20 \text{ cm}$	
Betondeckung	$c_{\text{nom}} = 2,0 \text{ cm}$ (oben + unten)	
Bewehrung oben	Q335 Matte	
Bewehrung unten	Q524 Matte	
Zulagen	gemäß RFEM-Ausdruck	

Lastannahmen

Lasten gemäß Kapitel Vorbemerkungen. Nicht aufgeführte, zusätzliche Lasten durch Auf- und Einbauten oder angrenzende Bauteile werden als Knoten-, Linien- oder Flächenlasten definiert.

Ständige Lasten:

Eigenlasten programmintern Wichte Stahlbeton 25 kN/m³

Fußbodenaufbau $g_k = 2,5$ kN/m²

Treppenlauf Eigengewicht, wird direkt ins Auflager geführt $g_k = 5,2$ kN

Veränderliche Lasten:

Nutzlast Kat. T2 $q_k = 5,0$ kN/m²

Treppenlauf Nutzlast, wird direkt ins Auflager geführt $q_k = 2,9$ kN

Nachweis der Rissbreitenbeschränkung

Hinweise nach Tab. 3 sind bei Bauausführung zu beachten

Tabelle 3. Empfohlene Anhaltswerte für die Betonzugfestigkeit bei Zwang aus Abfließen der Hydratationswärme (Tabelle 7 aus DBV [1])

S	1	2	3	4	5
Z	Festigkeitsentwicklung des Betons	Bauteildicke h			
		$\leq 0,30$ m	$\leq 0,80$ m	$\leq 2,0$ m	$> 2,0$ m
1	langsam ($r < 0,30$) ^{1) 2)}	– ³⁾	$0,60f_{ctm}$	$0,70f_{ctm}$ ⁴⁾	$0,80f_{ctm}$ ⁴⁾
2	mittel ($r < 0,50$) ¹⁾	$0,65f_{ctm}$	$0,75f_{ctm}$	$0,85f_{ctm}$	$0,95f_{ctm}$
3	schnell ($r \geq 0,50$) ¹⁾	$0,80f_{ctm}$	$0,90f_{ctm}$	$1,0f_{ctm}$	$1,00f_{ctm}$

¹⁾ Die Festigkeitsentwicklung des Betons wird durch das Verhältnis $r = f_{cm}(2 \text{ d}) / f_{cm}(28 \text{ d})$ beschrieben, das bei der Eignungsprüfung oder auf der Grundlage eines bekannten Verhältnisses von Beton vergleichbarer Zusammensetzung (d. h. gleicher Zement, gleicher w/z-Wert) ermittelt wurde.

Wird bei besonderen Anwendungen die Druckfestigkeit zu einem späteren Zeitpunkt $t > 28$ Tage bestimmt, ist das Verhältnis der mittleren Druckfestigkeit nach 2 Tagen $f_{cm}(2 \text{ d})$ zur mittleren Druckfestigkeit zum Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit $f_{cm}(t)$ zu ermitteln oder es ist vom Betonhersteller eine Festigkeitsentwicklungskurve bei 20 °C zwischen 2 Tagen und dem Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit anzugeben.

²⁾ Bei Festigkeitsklassen $\geq C30/37$ ist es i. d. R. nicht möglich, das Festigkeitsverhältnis $r \leq 0,30$ bezogen auf 28 Tage zu begrenzen. In diesen Fällen ist es erforderlich, den Zeitpunkt des Nachweises der Festigkeitsklasse auf einen späteren Zeitpunkt (z. B. 56 Tage) zu vereinbaren.

³⁾ Die Auslegung der Bewehrung bei dünnen Bauteilen auf eine langsame Festigkeitsentwicklung ist nicht sinnvoll. Es sollte grundsätzlich mindestens eine mittlere Festigkeitsentwicklung angenommen werden.

⁴⁾ Der empfohlene Anhaltswert für massige Bauteile ist erst bei der Verwendung von langsam erhärtenden Betonen mit einem Prüfalter von 91 Tagen zu erwarten.

Begrenzung der Rissbreite unter zentrischen Zwang $k_c = 1,0$			
(Direkte Berechnung nach DIN EN 1992-1-1, 7.3.2 + NA)			
Bewehrungsrichtung		x- Richtung	y- Richtung
Beton	Betongüte	C25/30	
	Betonzugfestigkeit	f_{ctm} [N/mm ²]	2,60
	Festigkeitsentwicklung des Betons	r	< 0,5
	Beiwert für Zeitpunkt Rissbildung	$k_{z,t}$ [%]	65
	wirksame Zugfestigkeit	$f_{ct,eff}$ [N/mm ²]	1,69
Bewehrung	Stahlsorte	B	B 500
	Elastizitätsmodul	E_s [N/mm ²]	200.000
		E_{cm} [N/mm ²]	31.000
	Durchmesser	d_s/d_{sv} [mm]	8 8
	Stababstand	s [cm]	15,0 15,0
	Mattenbewehrung	(j / n)	j j
	Querschnitt je Bauteilseite	$A_{s1}=A_{s2}$ [cm ² /m]	3,35 3,35
	Gesamtquerschnitt	vorh A_s [cm ² /m]	6,70 6,70
Abmessung	Betonüberdeckung	c_{nom} [cm]	2,0 2,8
	Bauteilhöhe	h [cm]	20,0
	Betonquerschnitt	A_{ct} [cm ² /m]	2.000,0
	Achsabstand Bewehrung	d_1 [cm]	2,4 3,2
	Wirkungstiefe Bewehrung	h_{eff} [cm]	6,8 8,4
	wirksame Betonzugfläche	$A_{c,eff}$ [cm ² /m]	1.360,0 1.680,0
Beiwerte	Spannungsverteilung innerhalb Zugzone	k_c	1,00
	Verteilung Betonzug-spannungen	k	0,80
	effektiver Bewehrungsgrad	eff ρ	0,5% 0,4%
	geometrischer Bewehrungsgrad	ρ_{tot}	0,5% 0,4%
	Betonstahlspannung im Riss	$\sigma_s = k_c * k * f_{ct,eff} * A_c / A_s$	403,46 403,46
	mittlere Differenzdehnung Stahl - Beton	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0,131% 0,121%
	Maximaler Rissabstand	$s_{r,max}$ [mm]	451 531
Achtung bei Mattenbewehrung (DIN EN 1992-1-1-NA, 7.3.4(3)):			
	Rissabstand < doppelte Maschenweite	$s_{r,max}$ [mm] <	300 300
Vorhandene rechnerische Rissweite		w_k [mm]	0,393 0,363

Bemessung

Alle GZT und GZG Nachweise gemäß nachfolgendem Frilo-Ausdruckprotokoll.

EG_TP02 Treppenpodest Eingang

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/23C (FRILO R-2023-2/P04)

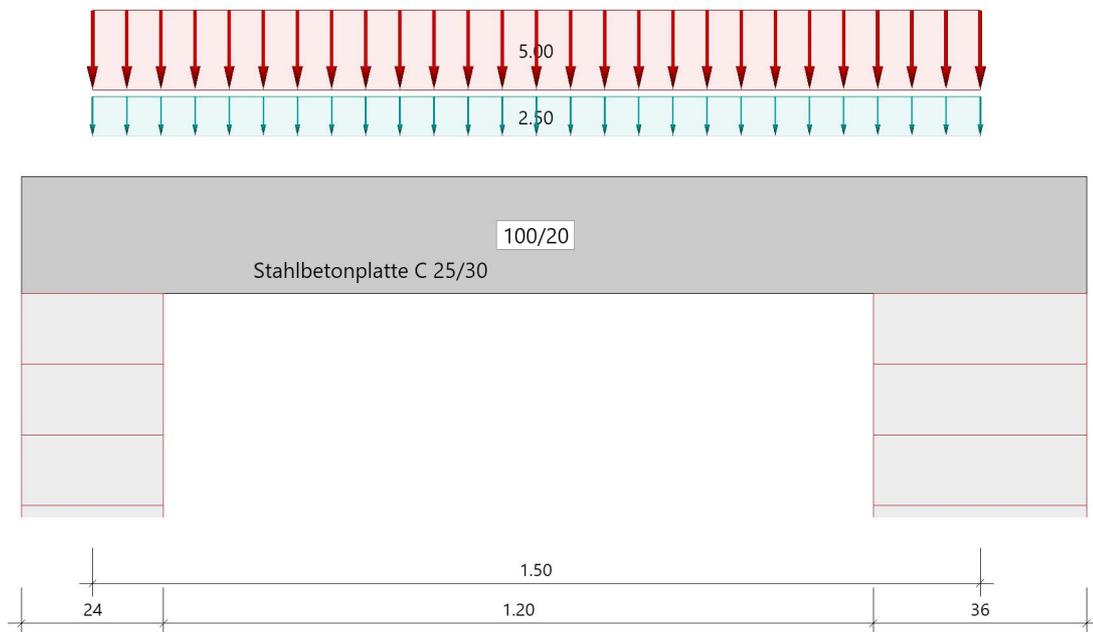
Grundparameter

Stahlbetonplatte $E = 31000 \text{ N/mm}^2$

DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System

Systembild



Material

Materialauswahl

Beton C 25/30 $f_{ck} = 25.00 \text{ N/mm}^2$ Betonstahl B500A $f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$ $k(f_t/f_y) = 1.05$ $E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$ $E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$ $\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$ (Bügel und Längsbewehrung)

Geometrie

Querschnitte

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			100.0	20.0		

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u_y [kN/m]	u_z [kN/m]	Verdrehungen ^{*)}		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	1.50	-1	-1	0.0	0.0	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		1.50		2.50		Nein	ständig Kat. B		
	2	GL		1.50		5.00		Ja			

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast

Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)

A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger

EG : Lasteinwirkung

Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe

Alt : Alternativgruppe

- Last 1: Decken g
- Last 2: Decken q

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 750 kg mit $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Kat. B: Bürogebäude	0.70	0.50	0.30		1.50

Schadensfolgekategorie CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{Fi} = 1.0$ Tab. B3

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

	oben	unten
Betonangriff	W0	X0
Bewehrungskorrosion	XC1	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20	C 16/20
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 8$ mm	$d_{s,l} = 8$ mm
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10$ mm	$\Delta C_{dev} = 10$ mm
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 10$ mm	$c_{min,l} = 10$ mm
Betondeckung	$c_{nom,l} = 20$ mm	$c_{nom,l} = 20$ mm
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 20$ mm	$c_{v,b} = 20$ mm
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40$ mm	$w_{max} = 0.40$ mm

Kriechzahl und Schwindmaß

wirksame Bauteildicke	$h_0 = 17.9$ cm	
Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25$ N/mm ²	
Belastungsalter	$t_0 = 28$ Tage	t= unendlich
Kriechzahl	$\phi(t_0,t) = 2.71$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.50$ ‰	

Betondeckung

Betondeckung	unten = 3.0 cm	oben = 3.0 cm
	links = 3.0 cm	rechts = 3.0 cm
Bewehrungslagen	unten = 3.4 cm	oben = 3.4 cm
Abminderung der Stützmomente	≤ 15 %	

Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze $k_x < .45$ wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal $\cot(\Theta)/2$.

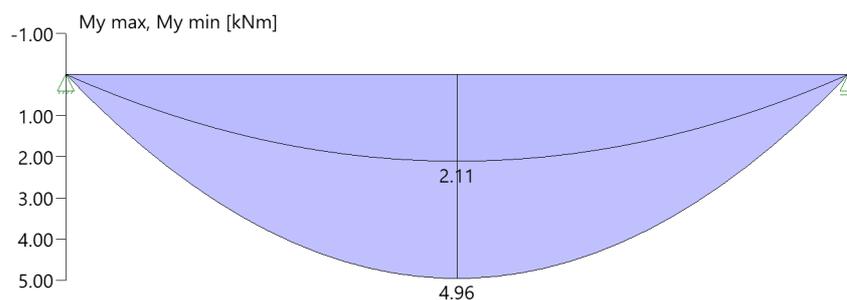
Auflagerbedingungen

- Lager Nr. 1 direkt Mauerwerk $b = 24.0$ cm
- Lager Nr. 2 direkt Mauerwerk $b = 36.0$ cm

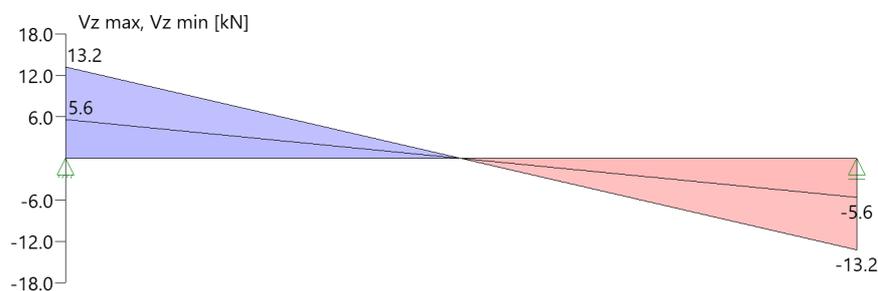
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	x [m]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{z,Ed}$ [kN]	Lk
Feld 1	0.001	0.01	13.2	1
	0.12	1.46	11.1	1
	0.29	3.06	8.2	1
	0.45	4.17	5.3	1
	0.99	4.46	-4.2	1
	1.15	3.52	-7.1	1
	1.32	2.09	-10.0	1
	1.50	0.01	-13.2	1

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm ²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm ²]
100.0/20.0	17.10	2.3	-17.10	2.3

Plattenbreite wurde für die Berechnung von M_y auf $3 \cdot b_0$ begrenzt.

Feldbewehrung

Feld	x _{rel} [m]	x [m]	My _d [kNm]	min My _d [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]	Lk
1	0.13	0.13	1.51	1.51	16.6	0.02	2.3	0.0 ¹	1
	0.75	0.75	4.96	4.96	16.6	0.03	2.3	0.0 ¹	1
	1.26	1.26	2.71	2.71	16.6	0.02	2.3	0.0 ¹	1

Am ersten Auflager sind mindestens 2.3 cm² zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 2.3 cm² zu verankern.

Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{Ed} \cdot \cot(\Theta) / 2$ berücksichtigt.

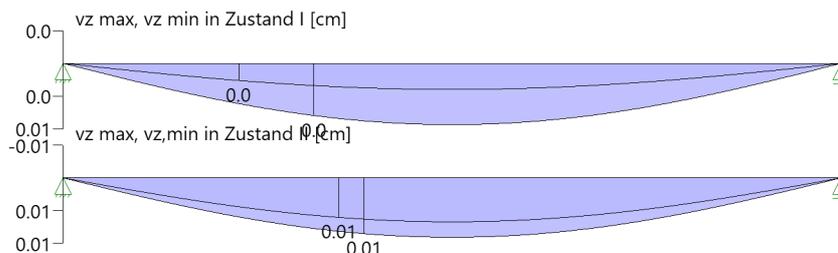
¹ : Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1 9.2.1.1 (1)

Querkraftbewehrung nicht erforderlich.

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	f _{y,Ed} [cm]	f _{z,Ed} [cm]	Lfk
Feld 1	0.75	0.0	0.0	3

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl: $\phi_{\text{eff}} = 1.95$ $\epsilon_{\text{cs}} = -0.50$ ‰

Kombination charakteristisch

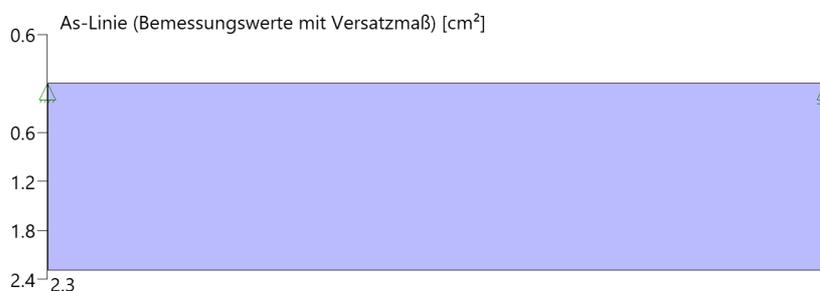
Mit Nachweis der relativen Grenzverformung ($l_{\text{eff}} / 250$)

Feld	x [m]	f _{Ellz,g} [cm]	f _{Ellz,g} / l _{eff}	f _{Ellz,ϕε} [cm]	f _{Ellz,ϕε} / l _{eff}	f _{Ell,ϕε} [cm]	η
Feld 1	0.75	0.0	1/64201	0.01	1/13753	0.01	0.02

x : Stelle x

f_{Ellz,g} : Vertikale Durchbiegung im Zustand II infolge ständiger Lastenf_{Ellz,ϕε} : Maßgebende vertikale Durchbiegung im Zustand II mit Kriechen und Schwindenf_{Ell,ϕε} : maßgebende Durchbiegung

As-Deckungslinien



Biegebewehrung unten

von [m]	bis [m]	Länge [m]	A _{s,erf.,unten} [cm ²]	ΣA _{s,vorh.,unten} [cm ²]	Summe [cm ²]	A _{s,vorh.,unten} [Anz. Ø mm]
0,00	0,00	0,00	2,3	3,4	3,4	Q335-A

Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	A _{s,erf.,oben} [cm ²]	ΣA _{s,vorh.,oben} [cm ²]	Summe [cm ²]	A _{s,vorh.,oben} [Anz. Ø mm]
0,00	0,00	0,00	0,0	3,4	3,4	Q335-A

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x Einwirkung [m]	R _{z,min} [kN]	R _{z,max} [kN]	M _{y,min} [kNm]	M _{y,max} [kNm]
1	0.00 ständig Kat. B: Bürogebäude	5.6	5.6 3.8		
2	1.50 ständig Kat. B: Bürogebäude	5.6	5.6 3.8		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R _z [kN]	M _y [kNm]	R _y [kN]	M _z [kNm]
1	0.00	Lk 1	13.2			
		Lk 2	5.6			
2	1.50	Lk 1	13.2			
		Lk 2	5.6			

Maßgebliche Kombinationen

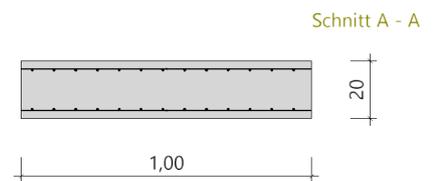
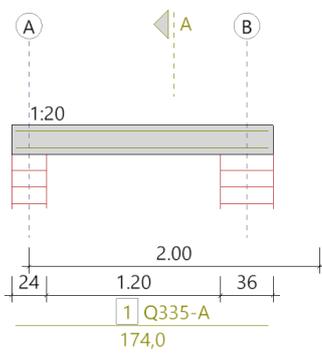
In der folgende Tabelle sind die Lasten mit der internen Nummer angegeben. Die anschließende Tabelle der maßgeblichen Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

generierte Last	Feld	Ewg	orig. Last	W1	W2	A [m]	L [m]
L 1	*	ständig	1	2.50	2.50	0.00	1.50
L 2	1	Kat. B	2	5.00	5.00	0.00	1.50

gen. Last	Lk 1	Lk 2	Lk 3	Lk 5
L 1	1.35	1.00	1.00	
L 2	1.50		1.00	
Eigengewicht	1.35	1.00	1.00	

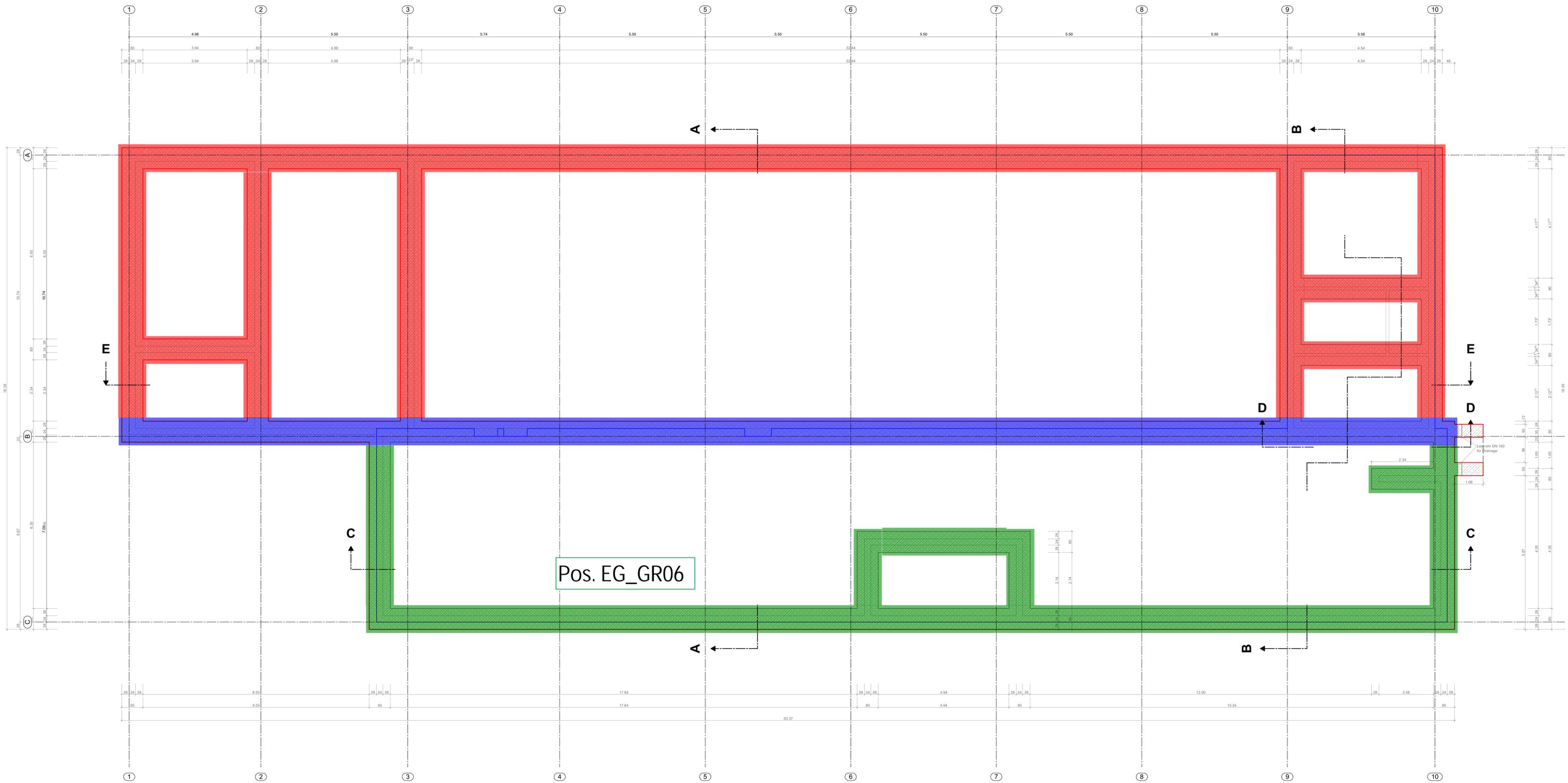
Bewehrung

Bewehrung

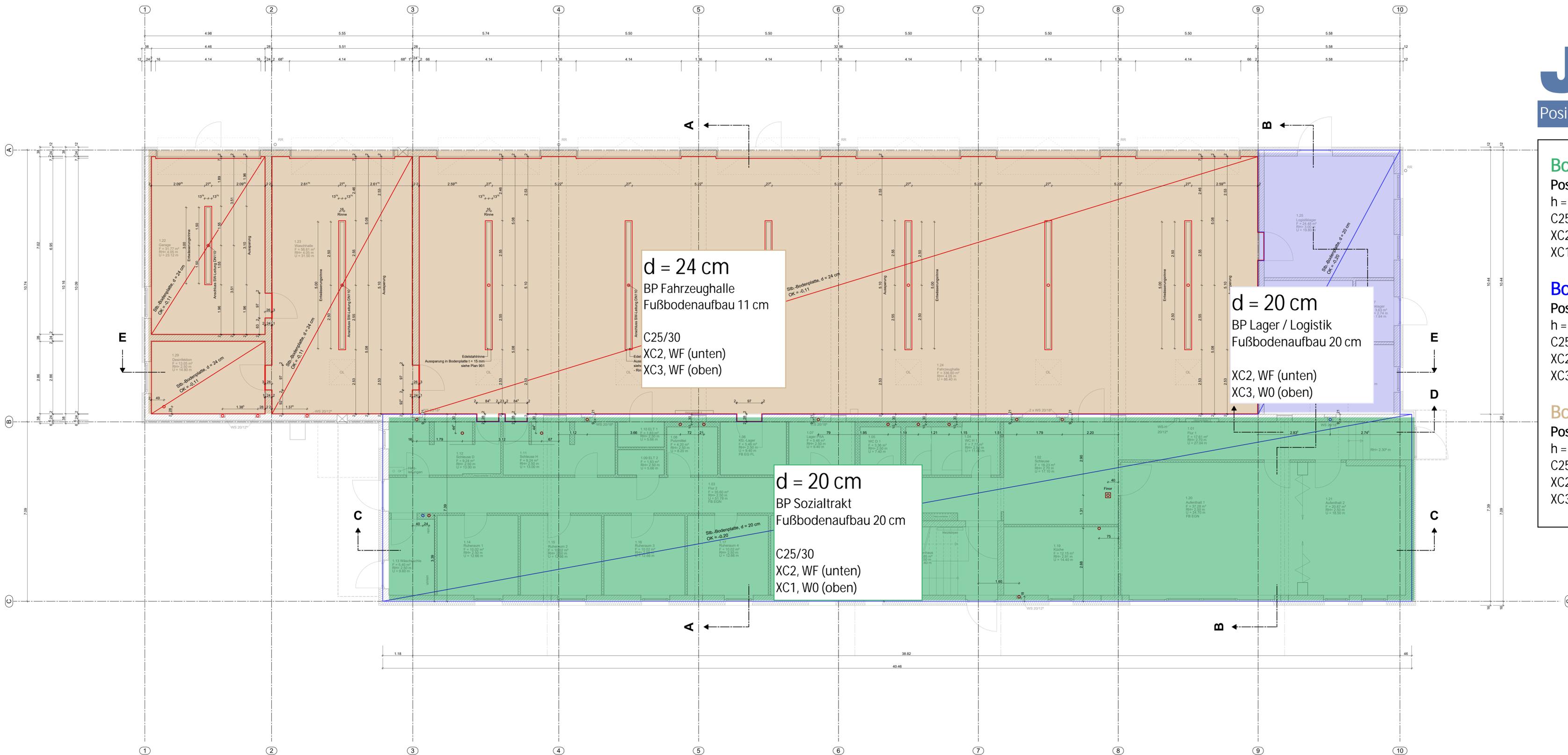


7. Positions- und Lastenpläne

7.1. Positionspläne



- Streifenfundamente**
- Streifenfundament Trennwand**
Pos. EG_GR04
b/h = 100/80 cm
C25/30; XC2, WF
 - Streifenfundament Fahrzeughalle**
Pos. EG_GR05
b/h = 80/80 cm
C25/30; XC2, WF
 - Streifenfundament Sozialtrakt**
Pos. EG_GR06
b/h = 80/80 cm
C25/30; XC2, WF

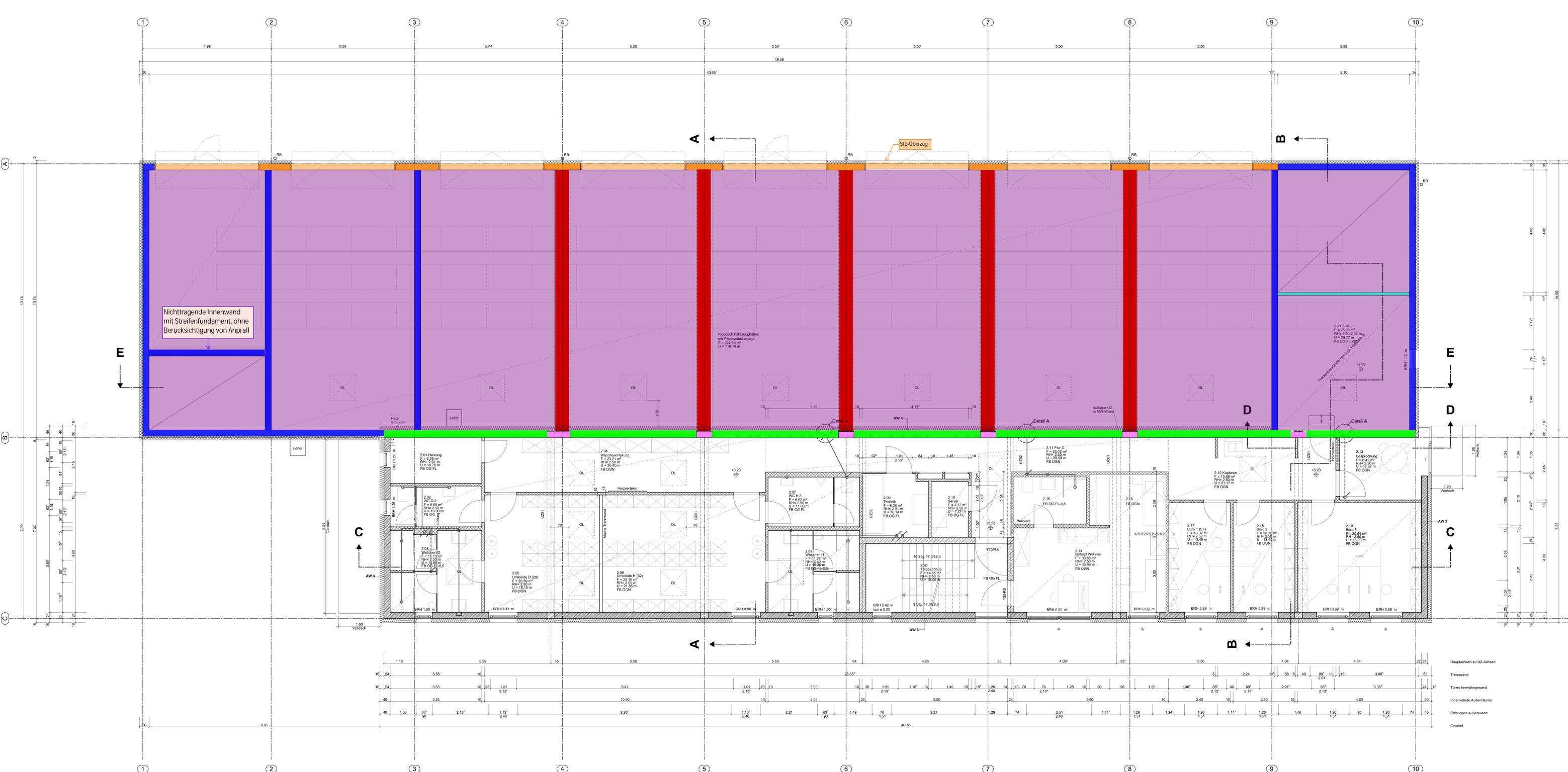


Bodenplatte 01
Pos. EG_GR01
h = 20 cm
C25/30;
XC2, WF (unten)
XC1, W0 (oben)

Bodenplatte 02
Pos. EG_GR02
h = 20 cm
C25/30;
XC2, WF (unten)
XC3, W0 (oben)

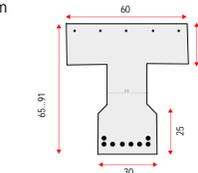
Bodenplatte 03
Pos. EG_GR03
h = 24 cm
C25/30;
XC2, WF (unten)
XC3, WF (oben)

Positionsplan - Dach
Fahrzeughalle



Decke ü. EG - Fahrzeughalle
Pos. EG_DA01
Fischer TRAPEZ 165/250
Positivlage (warmdach)
t = 1,25 mm

Stb.-Binder
Pos. EG_DA02
gevouteter Stahlbetonbinder:
T-Träger
h = 65 ... 97 cm
b_{Steg} = 20 - 30 cm
b_{flansch} = 60 cm
d_{flansch} = 20 cm



Stützen - Trennwand
Pos. XX_S02
b/h = 24 / 60 cm bzw. 24/90 cm
C25/30; XC3, WO
OS8 Beschichtung
Spritzwasserbereich
Anprall berücksichtigt

Stb. - Außenwand
Pos. EG_WA01
d = 24 cm
C25/30; XC3, WO
OS8 Beschichtung
Spritzwasserbereich
Anprall berücksichtigt

siehe Positionsplan Erdgeschoss:
MW-Trennwand
Pos. XX_WA01
d = 30 cm
Poroton Planziegel T14
DFK 12; RDK 0,7
Anprall von max. 25 kN (50kN/2 m)
bei h = 1,0 m ü. OKRF

MW-Wand - Fahrzeughalle
Pos. EG_WA02
d = 24 cm
Poroton-Hochlochziegel-Plan-T 24,0
DFK 20; RDK 1,2
Anprall nach Absprache ausgeschlossen

MW-Innenwand - Lager
Pos. EG_WA03
d = 11,5 cm
Poroton-Hochlochziegel-Plan-T-24
DFK 20; RDK 1,2

Decke ü. EG - Sozialtrakt

Pos. EG_DE01
h = 20 cm
C25/30; XC1, WO

Decke ü. EG - Eingangsbereich

Pos. EG_DE02
h = 15 cm
C25/30; XC1, WO

Stützen - Sozialtrakt

Pos. XX_S01
b/h = 24 / 30 cm
C25/30; XC1, WO

Stützen - Sozialtrakt

Pos. XX_S02
b/h = 24 / 55 cm
C25/30; XC1, WO

Stützen - Trennwand

Pos. XX_S03
b/h = 24 / 60 cm bzw. 24/90 cm
C25/30; XC3, WO
OS8 Beschichtung
Spritzwasserbereich
Anprall berücksichtigt

Unterzug 01

Pos. EG_UZ01
b/h = 30/55 cm
C25/30; XC1, WO

Unterzug 02

Pos. EG_UZ02
b/h = 24/55 cm
C25/30; XC1, WO

Unterzug 03

Pos. EG_UZ03
b/h = 18(24)/172 cm
C25/30; XC1, WO

MW-Trennwand

Pos. XX_WA01
d = 30 cm
Poroton Planziegel T14
DFK 12; RDK 0,7
Anprall von max. 25 kN (50kN/2 m)
bei h = 1,0 m ü. OKRF

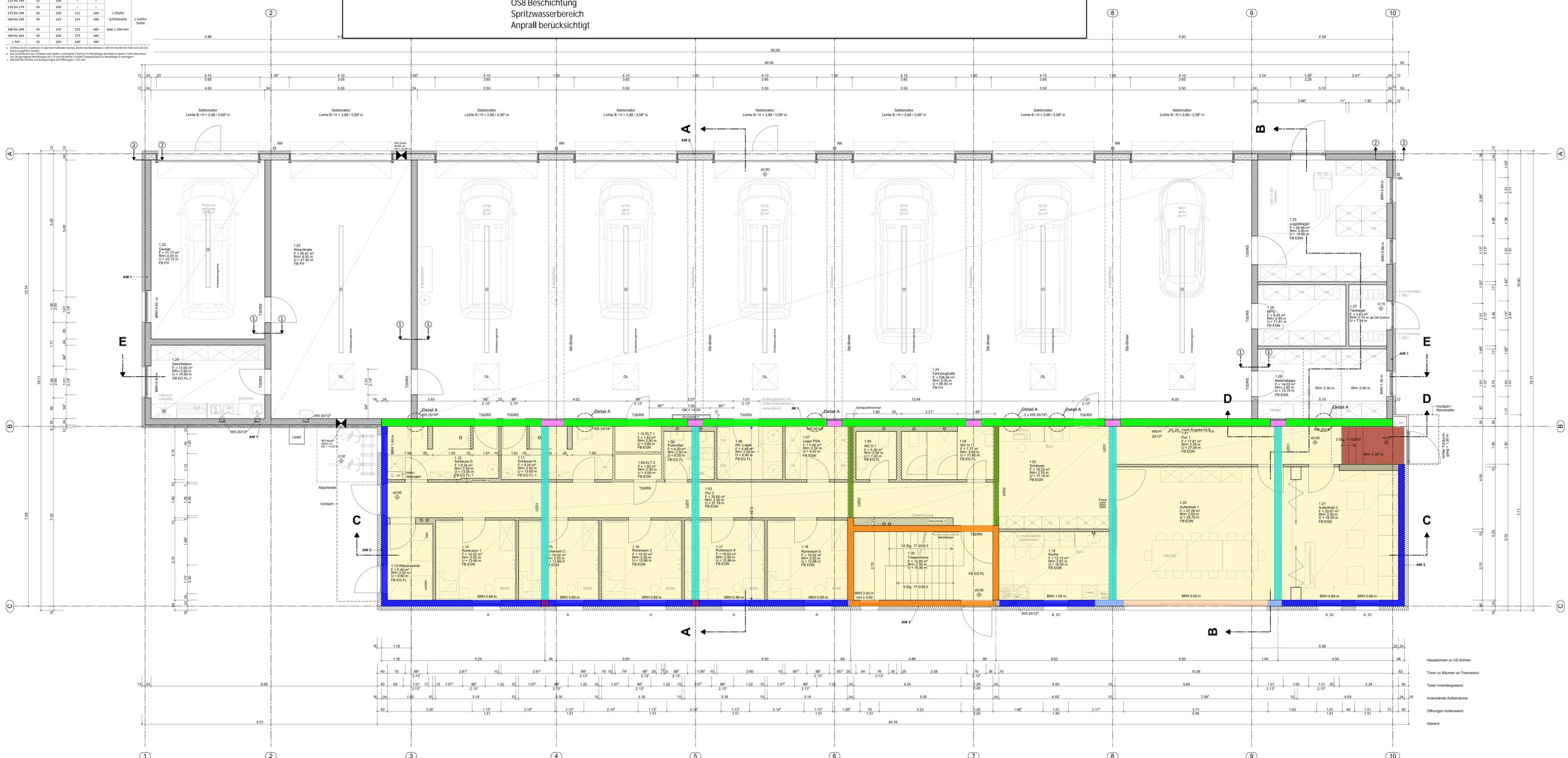
MW-Außenwand Sozialtrakt

Pos. XX_WA02
d = 24 cm
Poroton-Hochlochziegel-Plan-T 1,2
DFK 20; RDK 1,2

Stb.-Wand

Treppenhaus
Pos. XX_WA03
d = 24 cm
C25/30; XC1, WO

Stärke	Abstand	Mindestabstand	Abstand	Stärke	Abstand	Mindestabstand	Abstand
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
115 bis 149	10	100	-	-	-	-	-
150 bis 174	20	100	-	-	-	-	-
175 bis 199	30	100	115	240	-	-	-
200 bis 219	30	125	115	100	Schleifbreite	3 Schleifbreite	-
220 bis 239	30	150	115	385	bzw. > 240 mm	-	-
240 bis 259	30	200	175	385	-	-	-
260 bis 364	30	200	240	385	-	-	-
365	30	200	240	385	-	-	-



Hauptachsen zu LIZ-Achsen
Türen zu Räumen an Trennwand
Türen Innenwand
Innenwände Außenräume
Öffnungen Außenwand
Gesamt

Decke ü. - Sozialtrakt
Pos. OG_DE01
h = 20 cm
C25/30; XC1, WO (unten),
XC3, WF (oben)

Stützen - Sozialtrakt
Pos. XX_S01
b/h = 24 / 30...55 cm
C25/30; XC1, WO

Stützen - Trennwand
Pos. XX_S03
b/h = 24 / 60 cm bzw. 24/90 cm
C25/30; XC3, WO
OS8 Beschichtung
Spritzwasserbereich
Anprall berücksichtigt

Unterzug 01
Pos. OG_UZ01
b/h = 30/55 cm
C25/30; XC1, WO

Unterzug 02
Pos. OG_UZ02
b/h = 24/55 cm
C25/30; XC1, WO

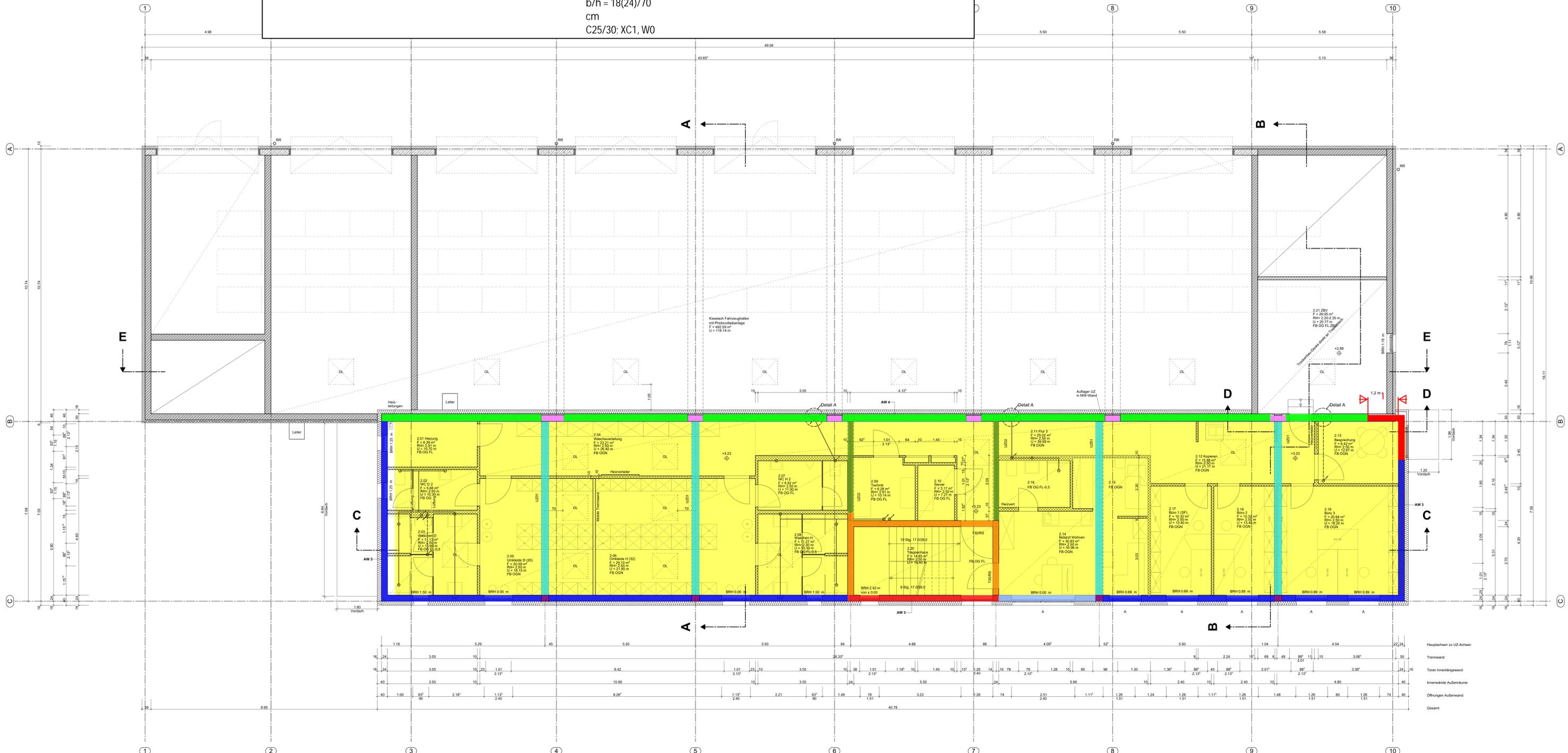
Unterzug 03
Pos. OG_UZ03
b/h = 18(24)/70
cm
C25/30; XC1, WO

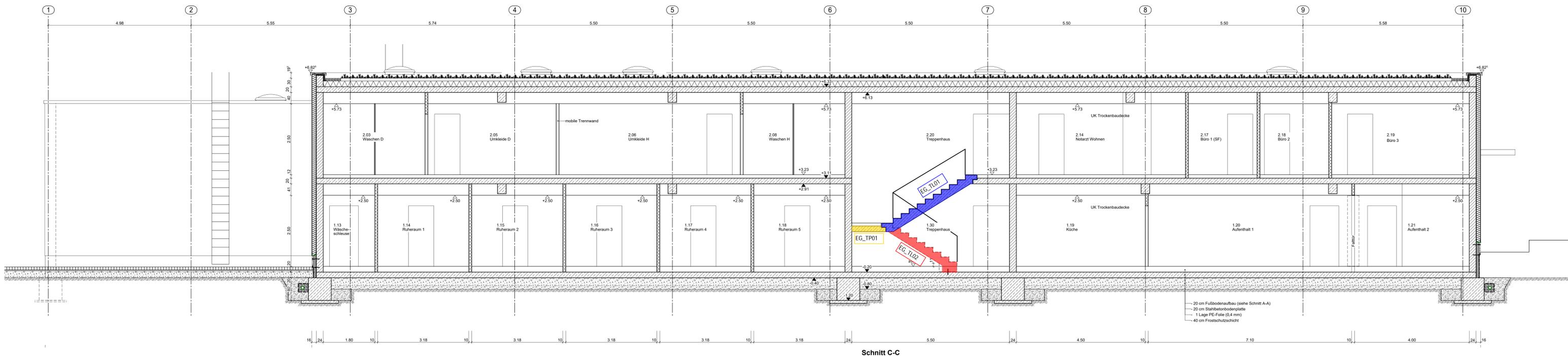
MW-Trennwand
Pos. XX_WA01
d = 30 cm
Poroton Planziegel T14
DFK 12; RDK 0,7
Anprall von max. 25 kN (50kN/2 m)
bei h = 1,0 m ü. OKRF

MW-Außenwand Sozialtrakt
Pos. XX_WA02
d = 24 cm
Poroton-Hochlochziegel-Plan-T 1,2
DFK 20; RDK 1,2

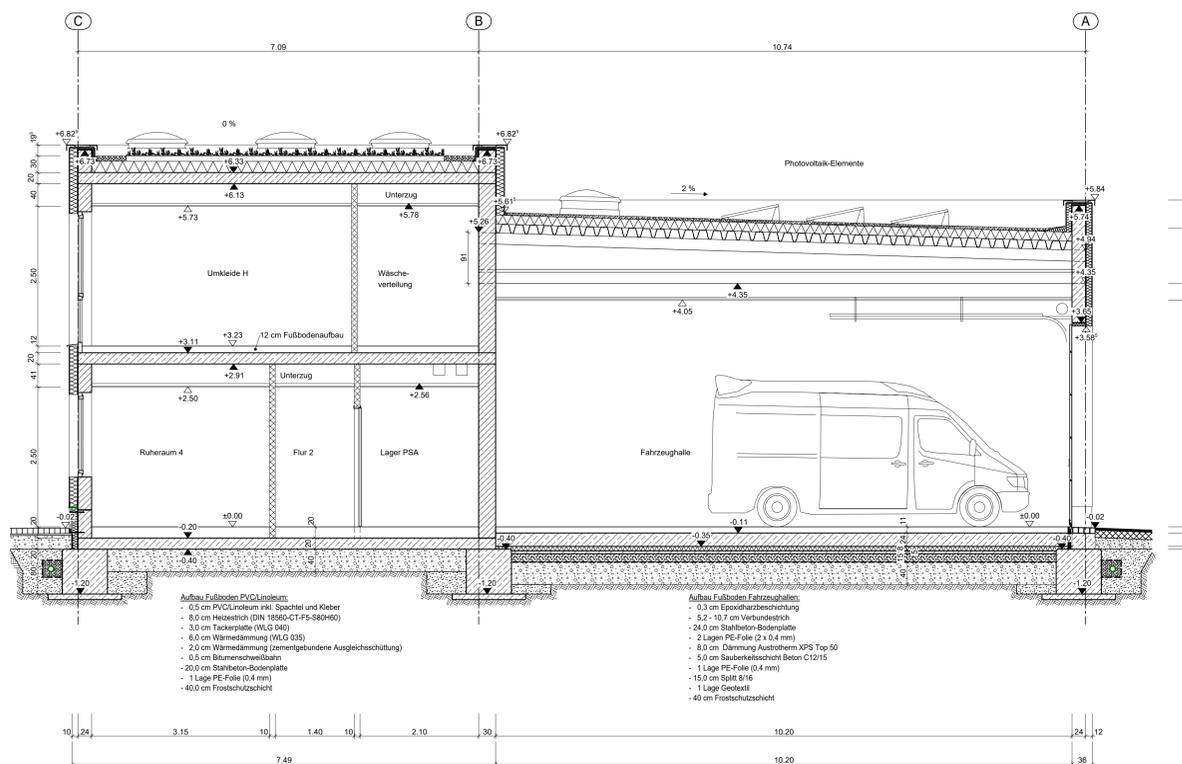
**Stb. - Innenwand -
Treppenhaus**
Pos. XX_WA03
d = 24 cm
C25/30; XC1, WO

Stb. - Außenwand
Pos. OG_WA01
d = 24 cm
C25/30; XC3, WF

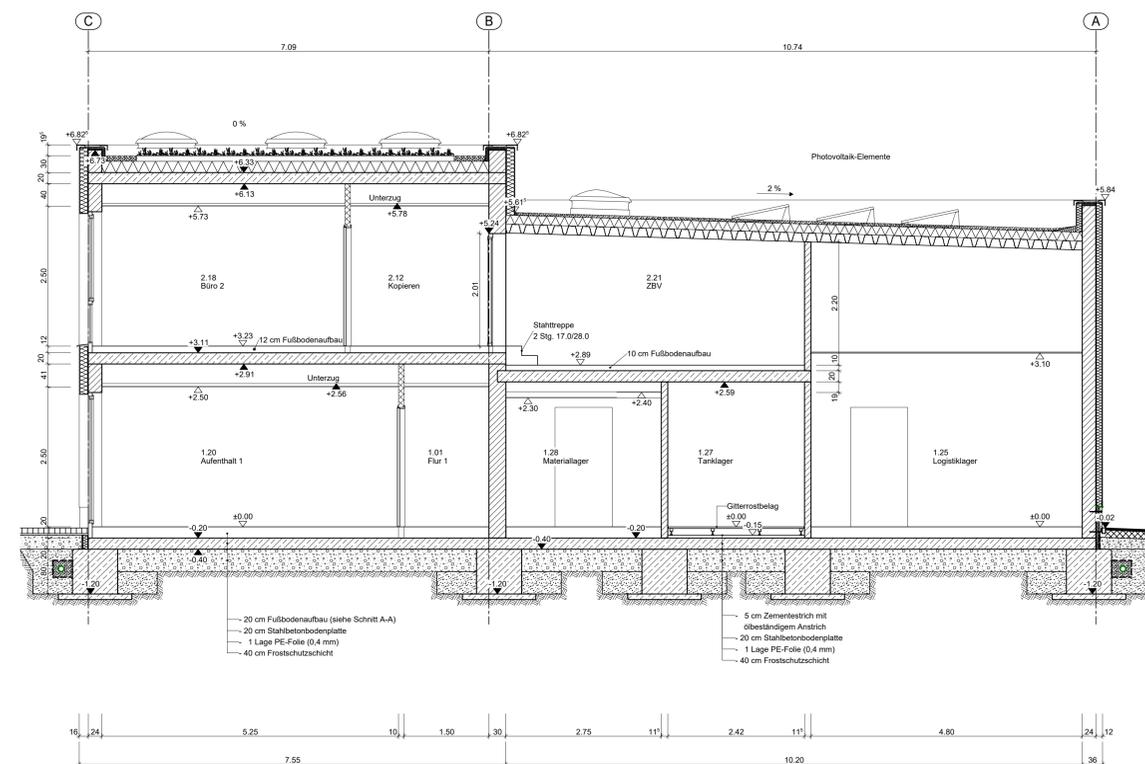




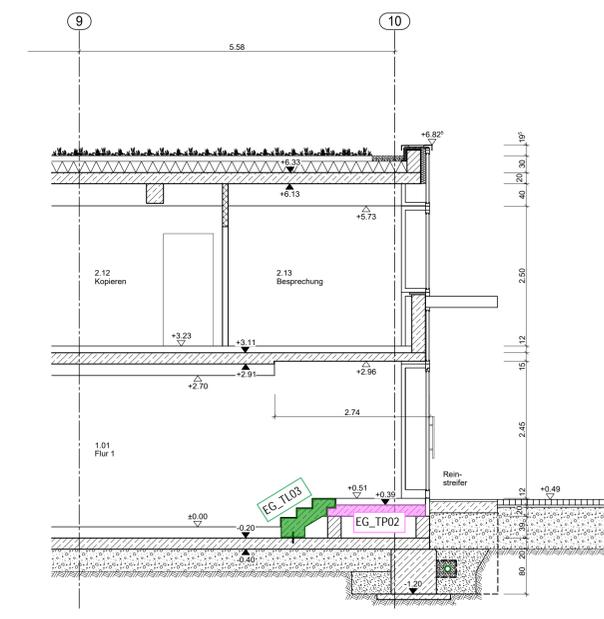
Schnitt C-C



Schnitt A-A



Schnitt B-B



Schnitt D-D

Treppenlauf 01
Pos. EG_TL01
d = 18 cm
C25/30; XC1, W0

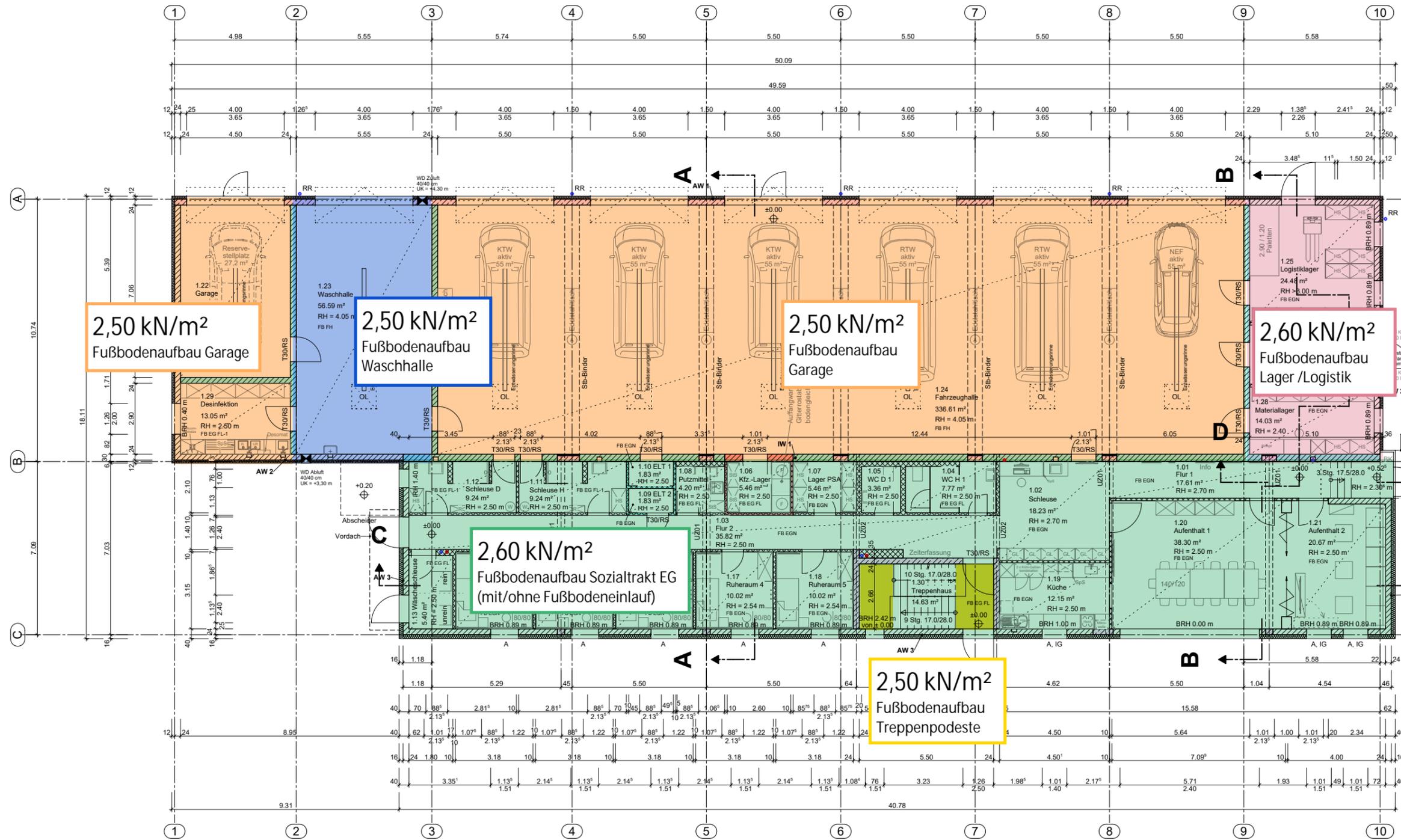
Treppenlauf 02
Pos. EG_TL02
d = 18 cm
C25/30; XC1, W0

Treppenlauf 03
Pos. EG_TL03
d = 18 cm
C25/30; XC1, W0

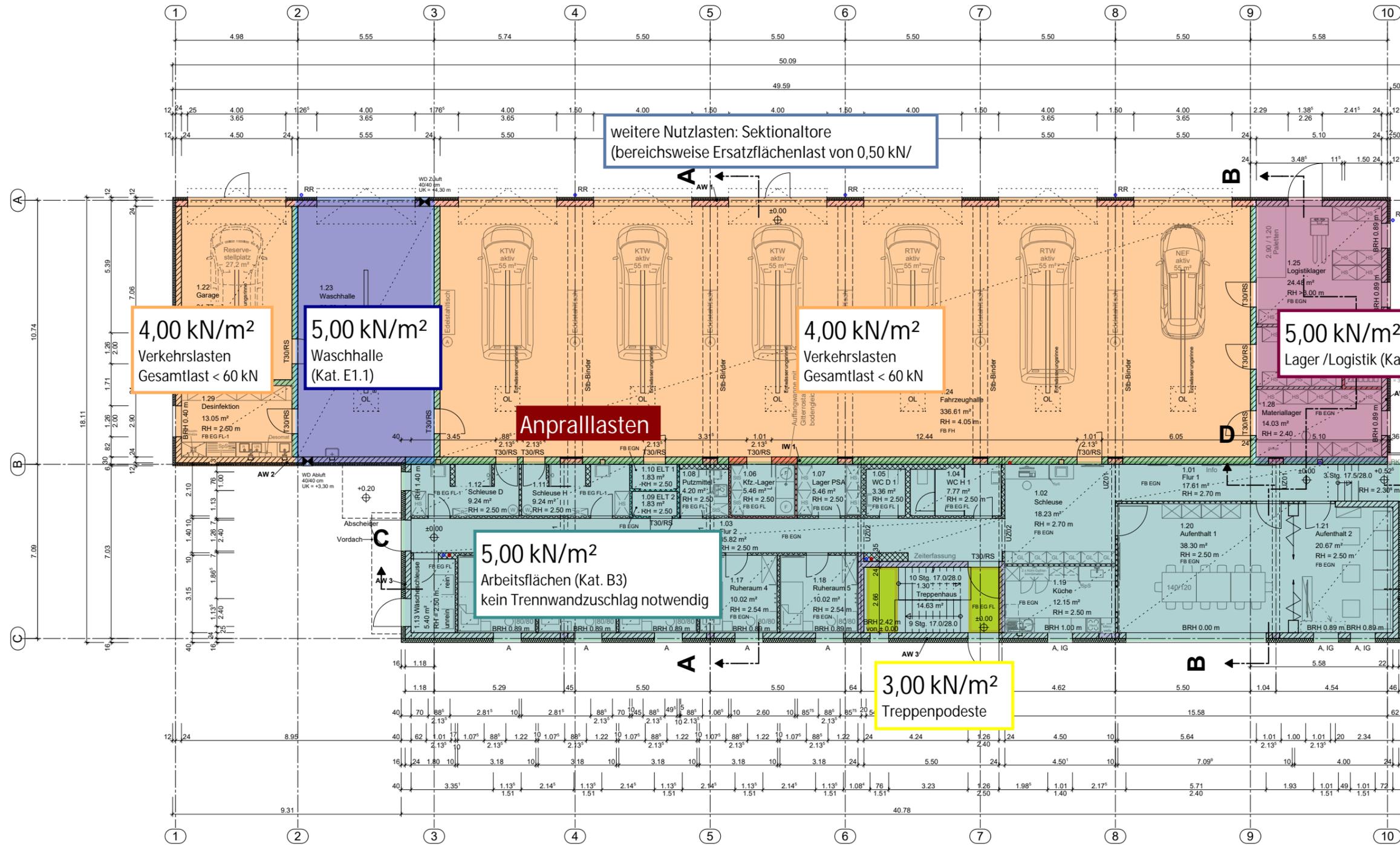
Treppenpodest 01
Pos. EG_TP01
d = 20 cm
C25/30; XC1, W0

Treppenpodest 02
Pos. EG_TP02
d = 20 cm
C25/30; XC1, W0

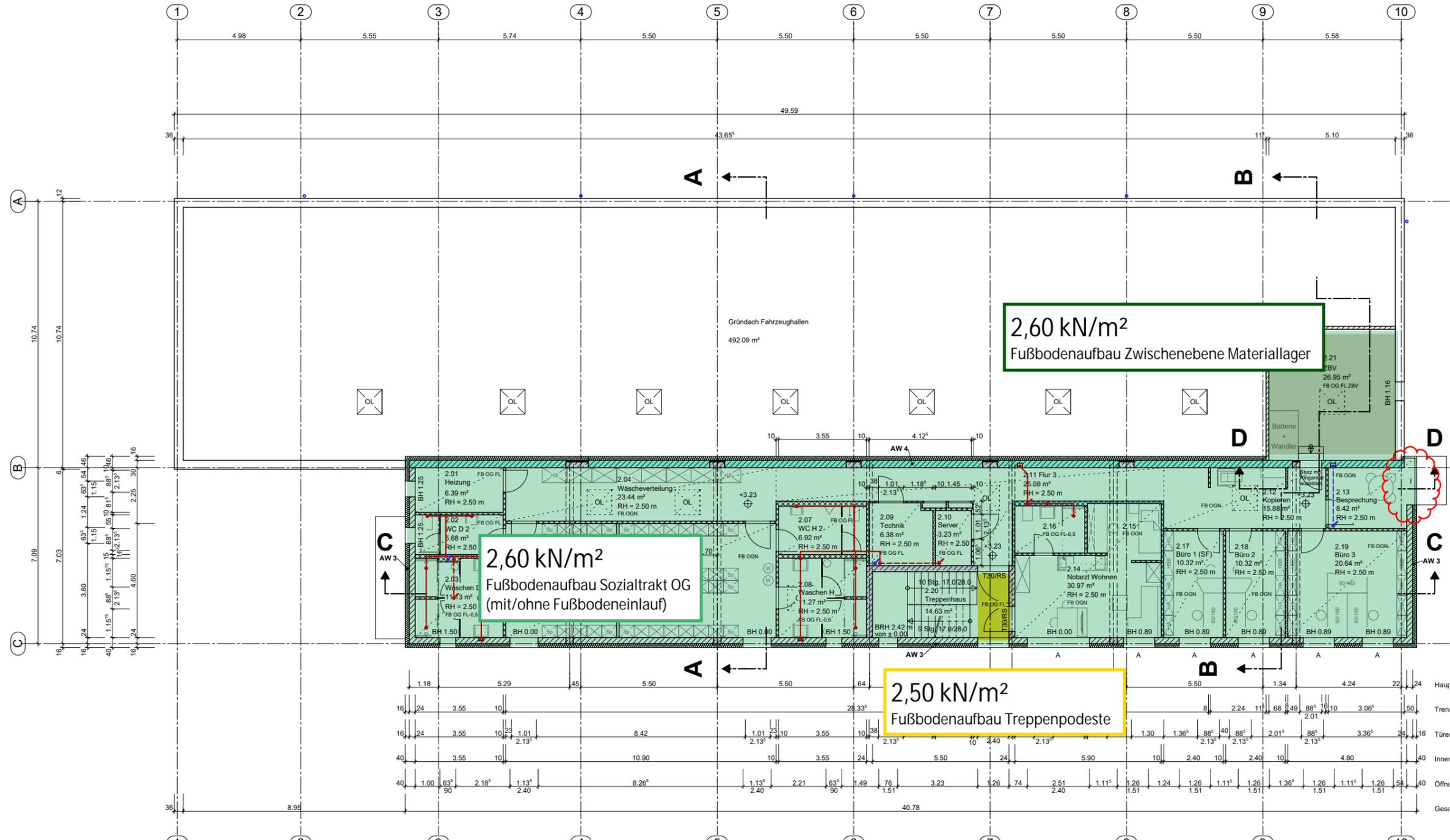
7.2. Lastenpläne



Nutzlasten
Erdgeschoss



Eigengewicht und Ausbaulasten
Obergeschoss



2,60 kN/m²
Fußbodenaufbau Zwischenebene Materiallager

2,60 kN/m²
Fußbodenaufbau Sozialtrakt OG
(mit/ohne Fußbodeneinlauf)

2,50 kN/m²
Fußbodenaufbau Treppenpodeste

Betonbrüstung + Vordach
mit Auskrägung (ca. 1,20)

